日機連 17 環境安全－6

平成 17 年度
安全工学に関する人材育成プログラムの作成とそのあり方に関する調査研究報告書

平成 18 年 3 月

社団法人　日本機械工業連合会
株式会社　三菱総合研究所

序

近年、技術の発展と社会との共存に対する課題がクローズアップされ、機械工業においても環境問題、安全問題が注目を浴びるようになってきております。環境問題では、平成17年に京都議定書が発効し、排出権取引やCDMなどの柔軟性措置に関連した新ビジネスの動きも本格化し、政府や産業界は温室効果ガスの削減目標の達成に向けた取り組みを強化しているところです。また、欧州化学物質規制をはじめとする環境規制も一部が発効し、その対応策が新たな課題となり、新たなビジネスチャンスとも考えられます。

他方、安全問題も、EUにおけるCEマーキング制度の実施や、平成13年には厚生労働省から「機械の包括的な安全基準に関する指針」が通達として出され、機械工業にとってきわめて重要な課題となっております。

海外では欧米諸国を中心に環境・安全に配慮した機械を求める気運の高まりから、それに伴う基準、法整備も進みつつあり、グローバルな事業展開を進めている我が国機械工業にとって、この動きに遅れることは死活問題であり早急な対処が求められております。

こうした内外の情勢に対応するため、当会では環境問題や機械標準化に係わる事業を発展させて、環境・社会との共存を重視する機械工業のあり方を追求するため、早期からこの課題に取組み調査研究を行って参りました。平成17年度には、海外環境動向に関する情報の収集と分析、環境適合設計の標準化、それぞれの機械の環境・安全対策の策定など具体的課題を掲げて活動を進めてきました。

こうした背景に鑑み、当会では機械工業の環境・安全対策のテーマの一つとして株式会社三菱総合研究所に「安全工学に関する人材育成プログラムの作成とそのあり方に関する調査研究」を調査委託いたしました。本報告書は、この研究成果であり、関係各位のご参考に寄与すれば幸甚です。

平成18年3月

社団法人　日本機械工業連合会
会 長　金 井　務

はしがき

我が国の機械産業界は、機能と品質の高さ、及び優れた生産能力で世界のトップレベルを維持してきた。しかし、近年、アジア各国の生産技術水準が向上したことや、今まで国内機械産業のレベルを支えてきた熟練技能者の数が減少傾向にあることを受け、今まで以上に厳しい国際競争の場に直面している。我が国としては、より低コストで高付加価値な製品を短期間で設計開発し生産していくことが必要となる。一方、その高品質・高精度な製品の生産を支える現場では、規模の大きな災害が発生しており、安全に対する取り組みの変革が必要とされてきている。

平成 17 年度を振り返ると、多くの死傷者を出した鉄道事故や航空機のトラブルの続発、耐震強度の偽装問題など、我が国の安全を脅かす事故や問題が多発した年であったといえる。これらの広範囲で多様化する安全の問題に対しては、個別対応ではない体系的な取り組みが求められるとともに、我が国の安全の考え方に対する変革が必要となってきている。

国際的には EU が先導するかたちで ISO/IEC において機械安全の規格が体系的に作成されており、またアジア諸国でも、中国を筆頭として EU の標準化に従う動きがある。国外の取り組みをそのまま取り入れることは難しい面もあるが、社会的価値観の変化に合わせて仕組みを変革してきている点は注目に値する。安全体系を考える上で、安全の尺度・水準を社会として共有することが重要であり、そのためには技術面だけではなく制度面、人材育成面も含めた安全の考え方の再構築が求められる。これは、安全・安心な社会の構築だけでなく、競争力ある社会の構築にも貢献するものと考えられる。

本調査研究は、我が国の機械産業における安全を確立する上で不可欠である、安全専門家の育成について検討することを目的とする。そのため、安全学の体系化、安全学専攻の教育プログラムの検討、企業における安全専門家のあり方に関する検討を行った。

本調査を実施するにあたり、日本自転車振興会並びに社団法人日本機械工業連合会のご高配に深謝するとともに、公開講座にご参画いただいた講師の方々、並びに貴重なご意見をいただいた安全工学人材育成プログラム調査研究委員会（委員長 向殿 政男 明治大学理学部長）の委員各位に、心より感謝申し上げる次第である。

平成 18 年 3 月

株式会社 三菱総合研究所
代表取締役社長 田中 將介

平成 17 年度安全工学人材育成プログラム調査研究委員会　委員名簿

（50音順、敬称略）

	氏 名	組 織 名	所属 ／ 役 職
委員長	向殿　政男	明治大学	理工学部長　教授
委員	新井　充	東京大学	環境安全研究センター　教授
	稲垣　敏之	筑波大学大学院	システム情報工学研究科リスク工学専攻　教授
	小松原　明哲	早稲田大学	理工学部　経営システム工学科　教授
	杉本　旭	北九州市立大学	国際環境工学部　環境システム工学科　教授
	中村　英夫	日本大学	理工学部教授
	福田　隆文	横浜国立大学大学院	講師
	蓬原　弘一	長岡技術科学大学大学院	教授
オブザーバ	宮崎　浩一	(社)日本機械工業連合会	標準化推進部
	柳川　小次郎	明治大学	理工学部　情報科学科 安全学研究所
事務局	首藤　俊夫	(株)三菱総合研究所	安全政策研究本部 主席研究員
	土屋　正春	(株)三菱総合研究所	安全政策研究本部 主任研究員
	平川　幸子	(株)三菱総合研究所	安全政策研究本部 研究員
	石原　嘉一	(株)三菱総合研究所	安全政策研究本部 研究員

（2006 年 2 月 28 日　現在）

目　次

総論

1.　調査研究の概要 1
1.1　調査の背景と目的 1
1.2　調査研究体制 1
1.3　調査研究項目 2
2.　公開講座の開催について 4
2.1　公開講座の実施概要 4
2.1.1　講座内容の検討・計画 4
2.1.2　教材の作成、講座実施準備 5
2.1.3　公開講座の実施 6
2.2　公開講座の効果と課題 7
2.2.1　受講者アンケート 7
2.2.2　公開講座によって抽出された課題 17
3.　安全学専攻カリキュラムの作成 18
3.1　前提条件等 18
3.1.1　カリキュラムの目的、ターゲット 18
3.1.2　実施形態 18
3.1.3　カリキュラムの検討方法 19
3.2　国内の安全学のプログラム概要 20
3.2.1　調査概要 20
3.2.2　個別事例調査 23
3.2.3　国内大学安全学プログラムの比較 42
3.3　海外の安全教育プログラム 48
3.3.1　調査概要 48
3.3.2　アメリカ：安全専門家のキャリアガイド 48
3.3.3　アメリカ：CSP（Certified Safety Professional：認定安全専門家)について 54
3.3.4　アメリカ：安全に関する教本 61
3.3.5　イギリス：安全技術者について 66
3.3.6　ドイツ：ボン・ライン・ジーク大学安全設計教育 70
3.4　調査事例の整理とカリキュラム作成 73
3.4.1　各事例の整理と本プログラムの関係 73
3.4.2　安全学専攻カリキュラムの構成 74

4. 安全工学人材育成プログラムに関する提言 75
4.1 安全学専攻の内容について 75
4.1.1 工学的基礎に立脚した安全学の推進 75
4.1.2 安全専門家の地位を確立するための高い専門性の確立 75
4.1.3 現場への応用力の強化 75
4.2 プログラムの利用・拡充方法 76
4.2.1 「安全学専門家」の育成 76
4.2.2 企業における活用促進 76
4.2.3 学習の動機付けのための資格・認定制度の導入 76
4.2.4 社会の意識を高める活動の実施／ユーザ教育（ボトムアップ） 76
5. 安全学専攻カリキュラム：シラバス 78
5.1 基礎科目 78
5.2 応用科目 90
5.3 演習 100
6. 参考：安全工学分野の基礎的カリキュラム 104
7. 参考文献 116

図 表 目 次

図 1.2-1 調査実施体制 1
図 2.2-1 受講者のプロフィール 8
図 2.2-2 受講者の受講目的 9
図 2.2-3 講座に期待すること 9
図 2.2-4 受講者の安全に関する講義等の受講経験 10
図 2.2-5 受講者の関心のある内容 11
図 2.2-6 受講者の関心のある講座（受講前） 12
図 2.2-7 講義の内容について 12
図 2.2-8 受講の難易度 13
図 2.2-9 受講後の意見 13
図 2.2-10 受講者が今後より深く学習したい内容（受講後） 14
図 2.2-11 今後、受講を希望する曜日 16
図 3.1-1 本プログラムで定義する安全学、安全工学 18
図 3.2-1 東京大学 「安全・安心と科学技術プロジェクト」動くトライアングル 23
図 3.2-2 東京大学 「安全・安心と科学技術プロジェクト」の目標 24
図 3.2-3 横浜国立大学 「高度リスクマネジメント技術者育成ユニット」体制図 26
図 3.2-4 横浜国立大学 「高度リスクマネジメント技術者育成ユニット」履修モデル(1)教育学研究科学生の例 29

図 3.2-5 横浜国立大学「高度リスクマネジメント技術者育成ユニット」履修モデル(2)工学府学生の例 30
図 3.2-6 横浜国立大学「高度リスクマネジメント技術者育成ユニット」履修モデル(3) 環境情報学府学生の例 30
図 3.2-7 長岡技術科学大学専門職大学院の示す安全専門職教育(イメージ) 33
図 3.2-8 東京農工大学大学院 技術経営研究科 技術リスクマネジメント専攻の目的(イメージ) 36
図 3.2-9 千葉科学大学 危機管理学部の教育方法 41
図 3.2-10 国内安全学関連 カリキュラムの構成(イメージ) 47
図 3.3-1 CASSアセッサー の職務とサプライチェーン 67
図 3.4-1 国内外の安全教育プログラムからの課題抽出 73

表 2.1-1 安全工学基礎講座プログラム:内容(1/2) 4
表 2.1-2 安全工学基礎講座プログラム:内容(2/2) 5
表 2.1-3 「安全工学基礎講座」プログラム(概要:1/2) 6
表 2.1-4 「安全工学基礎講座」プログラム(概要:2/2) 6
表 2.2-1 安全工学基礎講座プログラムに対する感想、要望 (1/2) 14
表 2.2-2 安全工学基礎講座プログラムに対する感想、要望 (2/2) 15
表 3.2-1 安全専門家教育プログラムの概要比較表 (1/2) 21
表 3.2-2 安全専門家教育プログラムの概要比較表 (2/2) 22
表 3.2-3 東京大学「安全・安心と科学技術プロジェクト」共通コースのプログラム(2005 年度の例) 25
表 3.2-4 東京大学「安全・安心と科学技術プロジェクト」ジャーナリストコースのプログラム(2005 年度の例) 25
表 3.2-5 横浜国立大学「高度リスクマネジメント技術者育成ユニット」カリキュラム概要 27
表 3.2-6 横浜国立大学「高度リスクマネジメント技術者育成ユニット」関連科目一覧 28
表 3.2-7 筑波大学「システム情報工学研究科リスク工学専攻」 カリキュラム概要 32
表 3.2-8 長岡技術科学大学「技術経営研究科システム安全専攻」 カリキュラム一覧 34
表 3.2-9 長岡技術科学大学「技術経営研究科システム安全専攻」 35
表 3.2-10 東京農工大学大学院 技術経営研究科 技術リスクマネジメント専攻が育成を目指す人材 36
表 3.2-11 東京農工大学大学院 技術経営研究科 技術リスクマネジメント専攻のカリキュラム 37
表 3.2-12 東京農工大学大学院 技術経営研究科 技術リスクマネジメント専攻の教育方法 37

表 3.2-13 東京農工大学大学院 技術経営研究科 技術リスクマネジメント専攻のカリキュラム(1/2) 38
表 3.2-14 東京農工大学大学院 技術経営研究科 技術リスクマネジメント専攻のカリキュラム(1/2) 39
表 3.2-15 東京農工大学大学院 技術経営研究科 技術リスクマネジメント専攻 キャリアに沿った履修モデル 39
表 3.2-16 千葉科学大学 危機管理学部の教育方法 40
表 3.2-17 国内 6 大学のプログラムの特徴 42
表 3.2-18 国内 5 大学のカリキュラムの比較(1/4) 43
表 3.2-19 国内 5 大学のカリキュラムの比較（2/4） 44
表 3.2-20 国内 5 大学のプログラムの比較（3/4） 45
表 3.2-21 国内 5 大学のプログラムの比較（4/4） 46
表 3.3-1 安全専門家の職務 49
表 3.3-2 安全専門家の職業分野及び必要となる知識・能力 50
表 3.3-3 安全専門家の職業分野及び必要となる知識・能力 51
表 3.3-4 安全専門家が仕事を行う産業 52
表 3.3-5 安全専門家に必要とされる教育分野イメージ 53
表 3.3-6 CSP試験の領域と観点 54
表 3.3-7 CSP試験の詳細計画表 55
表 3.3-8 CSP試験に必要とされるスキルと能力(1/5) 56
表 3.3-9 CSP試験に必要とされるスキルと能力(2/5) 57
表 3.3-10 CSP試験に必要とされるスキルと能力(3/5) 58
表 3.3-11 CSP試験に必要とされるスキルと能力(4/5) 59
表 3.3-12 CSP試験に必要とされるスキルと能力(5/5) 60
表 3.3-13 Safety and Health for Engineers （1/3） 61
表 3.3-14 Safety and Health for Engineers （2/3） 62
表 3.3-15 Safety and Health for Engineers （3/3） 63
表 3.3-16 System Safety （1/2） 64
表 3.3-17 System Safety （2/2） 65
表 3.3-18 CASSアセッサーの職務 66
表 3.3-19 CASS アセッサーの職務 67
表 3.3-20 CASS アセッサーの持つべきコンピテンシー(1/2) 68
表 3.3-21 CASS アセッサーの持つべきコンピテンシー(2/2) 69
表 3.3-22 ドイツ：ボン・ライン・ジーク大学における安全設計教育プログラム概要 70
表 3.3-23 ドイツ：ボン・ライン・ジーク大学における安全設計教育プログラム：第1過程 71
表 3.3-24 ドイツ：ボン・ライン・ジーク大学における安全設計教育プログラム：第 2 過程（1/2） 71

表 3.3-25 ドイツ：ボン・ライン・ジーク大学における安全設計教育プログラム：第 2 過程（2/2）
.....72
表 3.3-26 ドイツ：ボン・ライン・ジーク大学における安全設計教育プログラム：第 3 過程 72
表 3.4-1 安全学専攻カリキュラム構成（案）.....74
表 5.1-1 講義内容（A-1-1：安全学概論）.....78
表 5.1-2 講義内容（A-1-2：安全学概論）.....79
表 5.1-3 講義内容（A-2-1：リスクアセスメント）.....80
表 5.1-4 講義内容（A-2-2：安全設計）.....81
表 5.1-5 講義内容（A-2-3：システム安全概論）.....82
表 5.1-6 講義内容（A-2-4：システム安全概論）.....83
表 5.1-7 講義内容（A-3-1：企業リスク評価）.....84
表 5.1-8 講義内容（A-3-2：リスクマネジメント）.....85
表 5.1-9 講義内容（A-3-3：技術者教育・技術者倫理）.....86
表 5.1-10 講義内容（A-4-1：国内外の法律・制度）.....87
表 5.1-11 講義内容（A-4-2：工業標準、国際規格の動向）.....88
表 5.1-12 講義内容（A-4-3：製造物責任）.....89
表 5.2-1 講義内容（B-5-1：技術経営論）.....90
表 5.2-2 講義内容（B-5-2：情報セキュリティ管理論）.....91
表 5.2-3 講義内容（B-5-3：都市リスク管理）.....92
表 5.2-4 講義内容（B-5-4：都市リスク管理）.....93
表 5.2-5 講義内容（B-6-1：人間の行動と能力）.....94
表 5.2-6 講義内容（B-6-2：人間中心設計）.....95
表 5.2-7 講義内容（B-6-3：人間・機械・システム）.....96
表 5.2-8 講義内容（B-7-1：化学物質総合管理の国際動向）.....97
表 5.2-9 講義内容（B-7-2: 化学物質のリスク）.....98
表 5.2-10 講義内容（B-7-3: 化学物質のリスク）.....99
表 5.3-1 講義内容（C-8-1：リスク回避の実践論）.....100
表 5.3-2 講義内容（C-8-2：マネジメント力強化のポイント）.....101
表 5.3-3 講義内容（C-9-1：システム安全実務演習）.....102
表 5.3-4 講義内容（C-9-2：企業リスク管理）.....103
表 6-1 長岡技術科学大学 機械安全工学カリキュラム（2001 年時点）.....104

総論

1. 調査研究の概要

1.1 調査の背景と目的

機械の安全性確保については、ISO/IEC 国際標準の取り組みにより、国際標準が体系的に構築されている。この国際安全標準は、安全性を合理的に確保するものであるため、ヨーロッパはもとより、アメリカ、アジアにも、その基本的な考え方が浸透してきている。

国際安全標準の優れた観点を取り入れていくことは、我が国の安全確保に結びつくと同時に、国際的な競争に参加するにあたっての条件を満たすことでもある。我が国の機械産業としては、この国際的な流れに対して、対応を怠るようなことがあれば、多大な経営リスクを生じる可能性があり、適切な対応を進めることは緊急の課題とされる。

この課題に対処するには、安全工学の視点から人材育成を進めることが最良の方法であると考えられ、そのための第一段階として、平成 16 年度「安全工学に関する人材育成プログラムの作成とそのあり方に関する調査研究」では、短期プログラムと長期プログラムの作成を行った。

本事業では、平成 16 年度において作成した短期プログラムを実践の段階として、公開講座形式で実施すること、また公開講座の結果を踏まえ長期プログラムである大学院の安全学専攻課程を構成するカリキュラムの作成を行うことを目的とする。

これにより安全工学の人材育成を進めることは、日本の優れた技術を今まで以上に積極的に国際標準に反映させることに繋がり、さらには貿易面の流通障害を事前に解消し、産業競争力向上を推進することができる。また、日機連が検討している機械安全技術者の資格制度構築を進めるうえでの参考とすることも想定する。

1.2 調査研究体制

平成 17 年度機械工業振興補助事業費による日本機械工業連合会の委託調査として㈱三菱総合研究所が実施し、「安全工学人材育成プログラム調査研究委員会」を設置して運営した。本委員会は向殿政男 明治大学理学部長を委員長として、学識経験者等々の関係者十数名から構成された。なお、調査期間中に3回の委員会を開催した。

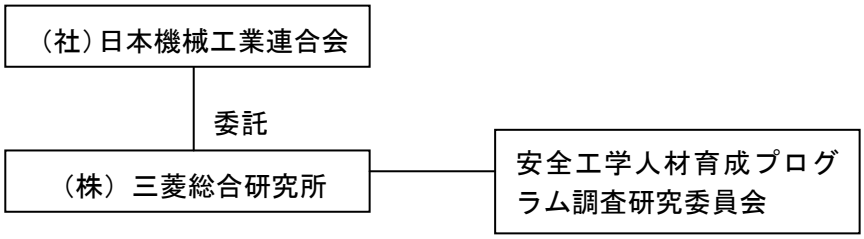


図 1-1 調査研究体制

1.3　調査研究項目・スケジュール

調査の実施項目を次の(1)～(3)に示す。

(1) 公開講座の開催

短期間の教育で成果を得ることを目的とした安全学の短期プログラムを実践し、その効果の把握と課題の洗い出しを行うため、公開講座を開催した。

(2) 安全学専攻カリキュラムの作成

現在実施されている国内の大学における安全学専攻プログラムや、海外における安全教育プログラム等について事例調査を行った。

事例調査を通じて、安全学として考慮すべき安全の体系を広範囲に考え、その体系に含まれる要素と相互の関係を整理するとともに、カリキュラムに必要とされる要素（項目、内容）を抽出した。また、アメリカ、イギリス、ドイツ等で実施されている安全学に関係する教育プログラムの調査を行った。海外の安全専門家認定プログラム等から、安全学の基礎を構成する部分に関する要素を抽出した。

抽出された要素について、安全学基礎として教育すべき内容を網羅して教育することを可能とする、カリキュラムの構成を検討した。カリキュラム検討にあたって、目標とする人物像及びレベル、社会における活躍のイメージ等についても検討を行った。安全専門家の想定される業務範囲や将来像を検討し、日本における安全専門家の要件として、工学部の 4 年間で身につけた知識をベースに、さらに安全工学の視点から専門性を高めた知見が必要であると結論づけた。そのため、工学系大学院の博士前期課程（修士課程）レベルの教育カリキュラムを検討し試案を作成した。

(3) 今後の取り組み方と提言まとめ

上記の調査検討結果を基に、我が国の機械産業における安全性の確保を進め、さらにトップレベルの国際競争力を維持していくための人材育成を、推進する取り組み方の方向性と課題について、提言としてまとめた。

2.　公開講座の開催

2.1　公開講座の実施概要

(1)　実施概要

安全工学基礎講座の実施概要を以下に示す。

①実施時期：平成 17 年 11 月 10 日（木）～12 月 16 日（金）

②回　　数：全 6 回

安全工学基礎講座の各回のプログラム及び講師を以下に示す。

表 2-1「安全工学基礎講座」プログラム（概要）

タイトル	講師	内容（概要）
第一回 安全と技術と社会	明治大学 理工学部長、教授 向殿　政男	安全は、工学から社会学や心理学まで含んだ総合的、領域横断的な学問である。本講座では、安全とリスクの関係を明確にすることにより、安全で安心な社会の構築における工学の役割について解説をする。特にリスクアセスメントを通じての安全技術に基づく安全確保についての基本的な考え方を明らかにする。
第二回 安全における工学的設計	（株）三菱総合研究所 安全政策研究本部主席研究員 首藤　俊夫	工学設計とは、機能構造を構築し、下位機能を満たす設計解原理の探索と組み合わせによって全体機能を実現することであるが、その過程の中で、「安全であること」を考慮するための技術の種類と範囲を解説し、実体設計の基本と説明する。また、実体設計における標準規格の役割についても説明する。
第三回 安全活動を活かす製造現場の実践論	菱栄工機（株） 代表取締役専務 古澤　登	「安全と安心」は企業にとって欠かせないキーワード。災害疾病は、組織的問題の代表特性である。この原因に対して本質的『カイゼン』を進めていくための安全活動は有効な手段であり、マネジメントそのものと言える。「トヨタ生産方式（TPS）」の考え方から、安全文化の創造の実践から安全活動のあるべき姿を提示する。
第四回 安全における人間工学	早稲田大学 理工学部教授 小松原　明哲	人間工学は、人間の身体、生理、心理の諸特性に合わせてシステムを設計する技術である。技術は進歩しても人間の諸特性は進歩しない。この当たり前のことを忘れると、使いにくいシステムとなり、ヒューマンエラーに起因する事故が起こる。使いやすいシステムを構築するための人間工学上の設計配慮事項を、マンマシンシステムモデルに基づき検討する。
第五回 安全工学入門	長岡技術科学大学 大学院教授 蓬原　弘一	国際安全規格ではいくつかの安全確保の技術的原則が示されている。これらの安全原則は、明確に安全原則としてうたってある場合とそうでなくて暗黙のうちに規定の中に示してある場合がある。この講義では両者の最も主要な部分について実例を含めて説明する。
第六回 化学物質総合管理への社会的取り組みと化学的方法論	お茶の水女子大学 教授 増田　優	近年、機械や電気・電子分野でも大きな課題となっている化学物質総合管理に関わる内外の動向を紹介しつつ、安全に係わる国際的、社会的仕組みと科学的知見や科学的手法との関わりを概説する。

3. 安全学専攻カリキュラムの検討

3.1 前提条件

(1) カリキュラムの目的、ターゲット

本カリキュラムでは、安全工学及び安全学を次のように整理して、カリキュラム作成を行った。

・安全工学：分野別の安全について、横断的に体系化した学問

・安全学：安全工学に、社会科学的な内容を加えた総合的な学問

また、本事業では機械産業における安全を確立し、かつリードする安全学、安全工学の専門家・技術者を育成することを目的としている。そのため、大学の理工学部の知識レベルを習得した企業の技術者、安全管理者や、安全管理者を目指す大学院生レベルを対象とし、大学の理工学部において学習する基礎的な学問分野については、検討の対象外とした。

本カリキュラムでは、分野別の安全を横断的に習得する「安全工学」を検討の中心とし、更に、社会科学の側面を加えて、「安全学専攻」を総合的に考慮するものとした。

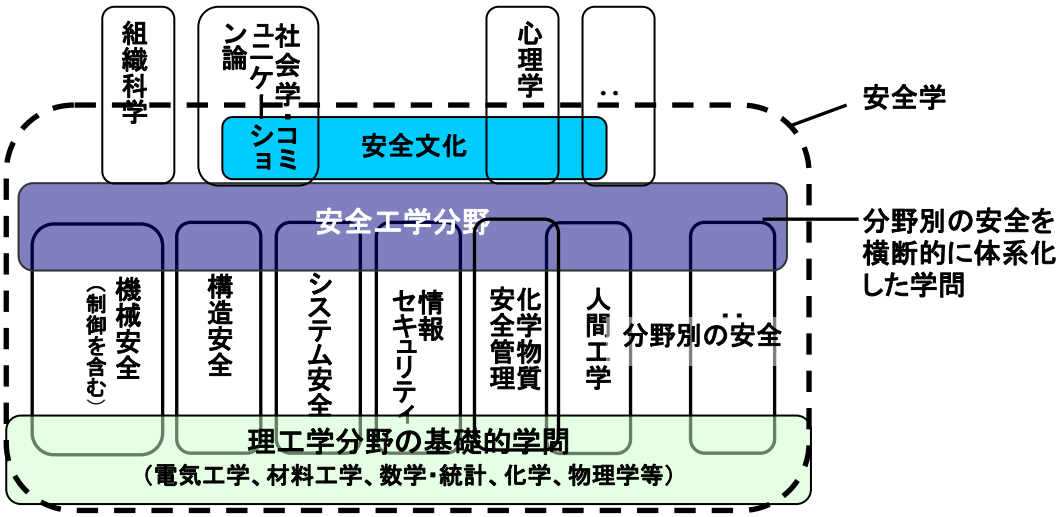


図 3-1 本プログラムの検討対象範囲

(2) カリキュラムの検討方法

カリキュラムの検討にあたっては、平成 16 年度に検討したプログラムを元に実施した公開講座のプログラムを骨子とし、国内の大学における安全学に関するプログラム及び海外における安全専門家等に関する調査等を参考に策定した。

3.2 国内プログラムの調査

国内の大学において実施されている安全学のプログラムについて、その特徴（目的、カリキュラムの特徴など）を調査し、整理した。調査対象は次の 6 校のプログラムである。

- 東京大学:　「安全・安心と科学技術」プロジェクト
- 横浜国立大学:　安心・安全の科学研究教育センター
- 筑波大学大学院:　システム情報工学研究科リスク工学専攻
- 長岡技術科学大学: 専門職大学院技術経営研究科システム安全専門職
- 東京農工大学:　専門職大学院技術経営研究科　技術リスクマネジメント専攻
- 千葉科学大学:　危機管理学部

3.3 海外安全教育プログラム調査

欧米等で実施されている安全学に関係する教育カリキュラムの中で、安全学の基礎を構成する部分について調査を行い、安全の体系を構成する要素、内容について整理を行った。主な調査結果を次に示す。

(1) アメリカ・安全専門家ガイドによる安全専門家に必要とされる教育内容

ASSEF（米国安全性工学協会ファウンデーション）及び BCSP（公認安全専門家委員会）によって策定された安全専門家キャリアガイドについて調査を行った。安全専門家に必要とされる知識の調査を通じて、本カリキュラムに必要な学問内容の基礎を検討した。

(2) アメリカ・CSP（認定安全専門家）の試験内容

BCSP（安全専門家認定委員会）によって認定される CSP（認定安全専門家）の試験内容を調査し、必要とされる学問領域を抽出した。CSP 試験の領域とそのバランスから、本カリキュラムの構成の参考とした。

(3) イギリス・CASS アセッサー について

イギリスにおける安全技術者認定制度 CASS について調査した。CASS 制度において、アセスメントを実施するアセッサー（審査員）は、職務別に持つべき能力が細分化されて規定されている点に注目し、本カリキュラム検討の参考とした。

(4) ドイツ:ボン・ライン・ジーク大学安全設計教育

ドイツのボン・ライン・ジーク大学（応用科学大学）の情報処理学部 Bachelor コースにおいて、行われている安全な設計・信頼性システムに関する教育プログラムを調査し、カリキュラム作成の参考とした。

3.3 安全学専攻カリキュラムの構成検討

短期プログラムの実践及び海外事例調査等から、安全学専攻カリキュラムの構成及び内容について検討した。次表に、安全学専攻カリキュラムの構成案の検討結果を示す。

表 3-7 安全学専攻カリキュラム構成(案)

	タイトル	No.	概要・キーワード
A: 基礎 科目	安全学基礎	1-1	安全学概論(安全、リスクの定義)
		1-2	安全学基礎(社会の中の安全)
	安全工学の基礎	2-1	リスクアセスメント
		2-2	安全設計
		2-3	システム安全(システム設計概論)
		2-4	システム安全(各分野のシステム安全)
	組織安全	3-1	企業リスク評価
		3-2	リスクマネジメント
		3-3	技術者教育・技術者倫理
	法律、規格・制度	4-1	国内外の法律・制度
		4-2	工業標準、国際規格の動向
		4-3	製造物責任
B: 応用 科目	現代社会と安全	5-1	技術経営論
		5-2	産業技術政策論
		5-3	情報セキュリティ管理論
		5-4	都市リスク管理
		5-5	環境管理学
	人間工学	6-1	人間の行動と能力
		6-2	人間中心設計(ガイドライン、ISO13407)
		6-3	人間・機械・システム
	分野別の安全技術	7-1	化学物質総合管理の国際動向
		7-2	化学物質のリスク
		7-3	先端技術のリスク
		7-4	ハザードコントロールの一般原則
演習	実践的安全管理	8-1	リスク回避の実践論(製造現場の実践論)
		8-2	教育、訓練の実践
	演習	9-1	システム安全実務演習
		9-2	企業リスク管理演習

4. 安全工学人材育成プログラムに関する提言

調査検討結果を基に、我が国の機械産業における安全性の確保を進め、さらにトップレベルの国際競争力を維持していくための人材育成を推進する取り組み方と課題について、提言としてまとめた。

4.1 安全学専攻の内容について

(1) 工学的基礎に立脚した安全学の推進

現在、安全性に対する社会の関心が高まっており、様々な視点からの教育プログラムが検討され、実施されている。例えば、社会の多様なリスクに対応した、コミュニケーション重視のプログラムや、経営リスク(マネジメント)重視のプログラム等がある。こうした観点における安全教育は当然のことながら必要である。

しかし、本プログラムにおいては、機械産業における安全性の確保の確立、さらにはトップレベルの国際競争力を維持することを目的とすることから、工学的基礎に立脚した安全工学を推進することが重要であると考える。

(2) 安全専門家の地位を確立するための高い専門性の確立

機械安全に関する国内企業の意識は、国際的には低いレベルにあるのが現状である。その結果、日本企業における安全専門家の地位は相対的に低くなっている。安全専門家の社会的地位を確立し、日本の機械産業の国際競争力の低下を防ぐためには、安全性向上の必要性を普及すると同時に、安全専門家の社会的認知度を高める必要がある。

そのためには、安全専門家を社会に送り出す組織において、高い専門性を有した人材を創出する必要がある。例えば、資格を取得後についても、継続的な教育・資格のスキルアップをする仕組みを構築することが考えられる。

(3) 現場への応用力の強化

教育プログラムはそれを社会に活用されることで、価値を見出される部分が大きい。また、想定される受講者である社会人にとって、現場での活用方法についてのニーズが高いことも確認された。

そのため、本プログラムにおいては、基盤となる知識の他、企業等での活用を想定したものとする。例えば、リスクの想定演習、リスクアセスメントの演習など演習科目を挿入することの他、専門職大学院の例に見られるように、講師陣に民間企業経験者を加えることを必要条件とすることが考えられる。

4.2 プログラムの利用・拡充方法

(1) 「安全学専門家」の育成

安全学は、様々な分野の専門知識が横断的に必要とされる学問であるといえる。現在は、工学部の各部門の専門家の専門分野の一つとして、「安全学」という分野を教育する立場にある。

しかし、許容されるリスクが社会とともに変容するように、現代社会におけるリスクの形状は変化していくものである。そのため、今後安全学分野に関する専門家を育成する必要があると考えられる。

(2) 企業における活用促進

安全学は企業における活用を通じて社会に還元されるものである。そのため、企業における活用ニーズを捉え、学問体系に組み入れることや、企業の研修プログラムとしても活用することを想定することも必要であると考えられる。

企業の安全技術者が、安全管理者としてステップアップするための活用方法を促進することを念頭に置いた実現方法を継続的に検討するべきであろう。

(3) 学習の動機付けのための資格・認定制度の導入

企業の各システム安全のレベルを向上するためには、安全工学の専門家の育成が急務である。しかしながら、専門家の受け皿となる企業自体がその必要性を認識していない、あるいは必要性は認識しつつも、雇用確保までの緊急性を認識していない面があると推察される。

機械安全教育を底上げするためには、まず企業に対して現在の日本と海外の機械安全に対する考え方や規格の相違等の周知を計ることが急務であることの認識を広める必要があろう。そのためには、教育プログラムを客観的に評価できる資格や認定制度を検討することが必要ではないか。

(4) 社会の意識を高める活動の実施／ユーザ教育(ボトムアップ)

我が国では初等教育はもとより大学においても、安全に関しての教育は一般的に実施されていない状況にある。社会として長期的に安全レベルを底上げするための基本は教育にあると考えられる。

ユーザ側への意識を向上することが、間接的にはメーカの意識を高める手段として重要であると考えられる。ユーザの求める安全性のレベルを高めるためには、リスクや安全にかかるコストを含めてユーザが理解することが必要となる。

安全文化を根付かせる第一歩として、企業技術者や一般消費者を対象とした短期プログラムから周知を進める必要があるのではないか。

1. 調査研究の概要

1.1 調査の背景と目的

機械の安全性確保については、ISO/IEC 国際標準の取り組みにより、国際標準が体系的に構築されている。この国際安全標準は、安全性を合理的に確保するものであるため、ヨーロッパはもとより、アメリカ、アジアにも、その基本的な考え方が浸透してきている。

国際安全標準の優れた観点を取り入れていくことは、我が国の安全確保に結びつくと同時に、国際的な競争に参加するにあたっての条件を満たすことでもある。我が国の機械産業としては、この国際的な流れに対して、対応を怠るようなことがあれば、多大な経営リスクを生じる可能性があり、適切な対応を進めることは緊急の課題とされる。

この課題に対処するには、安全工学の視点から人材育成を進めることが最良の方法であると考えられ、そのための第一段階として、平成 16 年度「安全工学に関する人材育成プログラムの作成とそのあり方に関する調査研究」では、短期プログラムと長期プログラムの作成を行った。

本事業では、平成 16 年度において作成した短期プログラムを実践の段階として、公開講座形式で実施すること、また公開講座の結果を踏まえ長期プログラムである大学院の安全学専攻課程を構成するカリキュラムの作成を行うことを目的とする。

これにより安全工学の人材育成を進めることは、日本の優れた技術を今まで以上に積極的に国際標準に反映させることに繋がり、さらには貿易面の流通障害を事前に解消し、産業競争力向上を推進することができる。また、日機連が検討している機械安全技術者の資格制度構築を進めるうえでの参考とすることも想定する。

1.2 調査研究体制

本調査研究は、社団法人日本機械工業連合会の委託を受けて、株式会社三菱総合研究所が、学識経験者及び専門家で構成される標準化戦略調査委員会を組織し、調査研究の方針、調査結果の整理・分析・評価の方法についての検討、標準化戦略の具体論についての議論を行い、当初の目的を達成するべく調査研究を推進したものである。

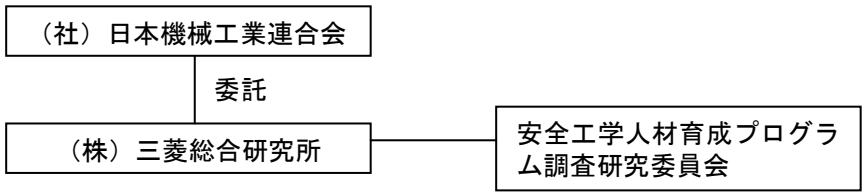


図1.2-1 調査実施体制

1.3 調査研究項目

(1) 公開講座の開催

短期間の教育で成果を得ることを目的とした安全学の短期プログラムを実践し、その効果の把握と課題の洗い出しを行うため、公開講座を開催した。主な実施内容は次のとおりである。

① 講座内容の検討・計画
② 教材作成・講座実施準備
③ 公開講座の実施
④ 公開講座の効果と課題の抽出

(2) 安全学専攻カリキュラムの作成

現在実施されている国内の大学における安全学専攻プログラムや、海外における安全教育プログラム等について事例調査を行った。

事例調査を通じて、安全学として考慮すべき安全の体系を広範囲に考え、その体系に含まれる要素と相互の関係を整理するとともに、カリキュラムに必要とされる要素（項目、内容）を抽出した。また、アメリカ、イギリス、ドイツ等で実施されている安全学に関係する教育プログラムの調査を行った。海外の安全専門家認定プログラム等から、安全学の基礎を構成する部分に関する要素を抽出した。

抽出された要素について、安全学基礎として教育すべき内容を網羅して教育することを可能とする、カリキュラムの構成を検討した。カリキュラム検討にあたって、目標とする人物像及びレベル、社会における活躍のイメージ等についても検討を行った。安全専門家の想定される業務範囲や将来像を検討し、日本における安全専門家の要件として、工学部の 4 年間で身につけた知識をベースに、さらに安全工学の視点から専門性を高めた知見が必要であると結論づけた。そのため、工学系大学院の博士前期課程（修士課程）レベルの教育カリキュラムを検討し試案を作成した。

① 安全の体系における要素の抽出
② 海外の安全工学教育プログラムの調査
③ 安全学専攻カリキュラムの構成検討
④ 安全学専攻カリキュラムの作成

(3) 今後の取り組み方及び提言のまとめ

上記の調査検討結果を基に、我が国の機械産業における安全性の確保を進め、さらにトップレベル

の国際競争力を維持していくための人材育成を、推進する取り組み方の方向性と課題について、提言としてまとめた。

2. 公開講座の開催について

2.1 公開講座の実施概要

短期間の教育で成果を得ることを目的とした安全学の短期プログラムを実践し、その効果の把握と課題の洗い出しを行うため、公開講座を開催した。主な実施内容は次のとおりである。

① 講座内容の検討・計画
② 教材作成、講座実施準備
③ 公開講座の実施
④ 公開講座の効果と課題の抽出

2.1.1 講座内容の検討・計画

(1) 講座内容について

平成 16 年度調査において検討した短期プログラムの案を参考にして、講座内容を検討し、以下の講座内容を実践した。

短期公開講座においては、短期間の教育で成果を得ることを目的としているため、1回の講座の中に、多くの内容の概説を盛り込むこととした。これらの概説は、安全学専攻カリキュラムを作成する際に参考となると考えられる。以下に、各回の講座の内容及び主なキーワードを列記する。

表 2.1-1 安全工学基礎講座プログラム:内容(1/2)

タイトル	内容、主なキーワード
第一回 安全と技術と社会	安全の定義
	リスクの定義
	リスクアセスメント(ISO/IEC ガイド 51、ISO14121)
	許容可能なリスクの定義
	安全技術の論理(安全確認型フェールセーフシステム、3ステップメソッド)
	社会の中の安全(安全のステークホルダー、安全を実現するためのインセンティブ)
	安全曼荼羅と安全学(安全の構成／理念的側面、技術的側面、人間的側面、組織的側面、各分野の安全)
第二回 安全における工学的設計	工学設計の考え方(システムズアプローチ)
	実体設計の基本ルール(明確、簡単、安全)
	実体設計の原理(力の伝達、役割分割、自己充足、安定性、意図的不安定性)
	直接的安全実現の原理(安全寿命原理、フェールセーフ原理、冗長性原理)
	設計資料の体系的分類と整備
	標準化の本質的意義
	安全規格の位置づけ、役割

表 2.1-2　安全工学基礎講座プログラム：内容（2/2）

タイトル	内容、主なキーワード
第五回 安全活動を活かす製造現場の実践論	災害の要因と防止ポイント（マネジメント：トップポリシー、人の意識・行動、設備の本質安全化）
	未然防止体質（活動）へのマネジメント力強化（重点災害の設定、内容重視型活動、心の継承、双方向コミュニケーション）
	設備の本質安全化事例（①基本基準の制定：起動装置、非常停止装置、隔離対策、②機能保証の充実）
	本質安全化の考え方
第三回 安全工学入門	人間／機械安全作業システムとそれへの2値論理の適用 （2値論理、人間・機械インターフェース、安全確保の基礎的原理、人間・機械安全作業システムのモデル化）
	システムの非対象故障モード設計 （非対象故障モード特性の要請、実現例、誤り状態を許さないシステム）
第四回 安全における人間工学	企業経営と人間工学の位置づけ
	ヒューマンエラーと事故・安全
	使いやすい機器設計（マン・マシンシステム）
	ユーザビリティを考慮した設計（設計ガイドライン、人間中心設計過程ISO13407）
	高齢者とユーザビリティ
	必要となる技術と人材育成
第六回 化学物質総合管理への社会的取り組みと化学的方法論	国連環境開発会議　アジェンダ 21 第 19 章
	OECD の活動（レギュラトリーサイエンスの構築）
	化学物質管理促進法（MSDS 制度（化学物質等安全性情報提供）、PRTR 制度（化学物質排出・移動量登録）
	REACH 規制
	OECD の活動(1)：ハザード試験法（TG）、優良試験所規範（GLP）、上市前最少安全性評価項目（MPD）
	OECD の活動(2)：情報の交換・提供・共有
	OECD の活動(3)：高生産量化学物質のハザード・リスク評価、リスク管理・削減計画（RoHS 規制との類似性）

資料[1]：「平成 16 年度安全工学に関する人材育成プログラムの作成とそのあり方に関する調査研究報告書」，2005 年 3 月，（社）日本機械工業連合会・（株）三菱総合研究所

2.1.2　教材の作成、講座実施準備

上記の安全工学基礎講座のプログラム内容に即した専門家に対して講師養成を行い、教材作成を依頼した。講師確定後、プログラムの内容を確定するとともに、受講生募集を行った。

受講対象者としては、次のような条件を提示した。

＜受講対象者＞

・民間、公的部門などの技術者

・工業管理部門、安全活動担当部門の技術者、管理者

・大学生、大学院生

2.1.3　公開講座の実施

(1)　実施概要

安全工学基礎講座の実施概要を以下に示す。

①実施時期：平成 17 年 11 月 10 日（木）～12 月 16 日（金）

②実施場所：明治大学秋葉原サテライトキャンパス

③時　間　帯：15:00～17:00

④回　　数：全 6 回

⑤受講者数：26 名

修　了　者：17 名（全 6 回中 5 回以上出席の方）

(2)　プログラム

安全工学基礎講座の各回のプログラム及び講師を以下に示す。

表 2.1-3　「安全工学基礎講座」プログラム（概要：1/2）

タイトル	講師	内容（概要）
第一回 安全と技術と社会	明治大学 理工学部長、教授 向殿　政男	安全は、工学から社会学や心理学まで含んだ総合的、領域横断的な学問である。本講座では、安全とリスクの関係を明確にすることにより、安全で安心な社会の構築における工学の役割について解説をする。特にリスクアセスメントを通じての安全技術に基づく安全確保についての基本的な考え方を明らかにする。
第二回 安全における工学的設計	（株）三菱総合研究所 安全政策研究本部 主席研究員 首藤　俊夫	工学設計とは、機能構造を構築し、下位機能を満たす設計解原理の探索と組み合わせによって全体機能を実現することであるが、その過程の中で、「安全であること」を考慮するための技術の種類と範囲を解説し、実体設計の基本と説明する。また、実体設計における標準規格の役割についても説明する。
第三回 安全活動を活かす製造現場の実践論	菱栄工機（株） 代表取締役専務 古澤　登	「安全と安心」は企業にとって欠かせないキーワード。災害疾病は、組織的問題の代表特性である。この原因に対して本質的『カイゼン』を進めていくための安全活動は有効な手段であり、マネジメントそのものと言える。「トヨタ生産方式（TPS）」の考え方から、安全文化の創造の実践から安全活動のあるべき姿を提示する。

表 2.1-4　「安全工学基礎講座」プログラム（概要：2/2）

タイトル	講師	内容（概要）
第四回 安全における人間工学	早稲田大学 理工学部教授 小松原　明哲	人間工学は、人間の身体、生理、心理の諸特性に合わせてシステムを設計する技術である。技術は進歩しても人間の諸特性は進歩しない。この当たり前のことを忘れると、使いにくいシステムとなり、ヒューマンエラーに起因する事故が起こる。使いやすいシステムを構築するための人間工学上の設計配慮事項を、マンマシンシステムモデルに基づき検討する。
第五回 安全工学入門	長岡技術科学大学 大学院教授 蓬原　弘一	国際安全規格ではいくつかの安全確保の技術的原則が示されている。これらの安全原則は、明確に安全原則としてうたってある場合とそうでなくて暗黙のうちに規定の中に示してある場合がある。この講義では両者の最も主要な部分について実例を含めて説明する。
第六回 化学物質総合管理への社会的取り組みと化学的方法論	お茶の水女子大学 教授 増田　優	近年、機械や電気・電子分野でも大きな課題となっている化学物質総合管理に関わる内外の動向を紹介しつつ、安全に係わる国際的、社会的仕組みと科学的知見や科学的手法との関わりを概説する。

2.2　公開講座の効果と課題

公開講座の効果及び課題を抽出することを目的として、受講者を対象にアンケート調査を実施した。更に、アンケート結果等について、委員会において議論を行った。

2.2.1　受講者アンケート

公開講座の効果及び課題を抽出することを目的として、受講者を対象にアンケート調査を実施した。

(1)　実施概要

①実施方法：毎回の授業前にアンケート用紙配布、授業実施後アンケート用紙回収

※受講者全 26 名のうち、21 名から回答を得た。（毎回の回答者数に若干違いがある）

②設問内容：

・受講者のプロフィール（第1回のみ）

・受講目的

・安全学に関する教育経験

・本公開講座への期待、関心のある内容

・本公開講座のレベル、評価等

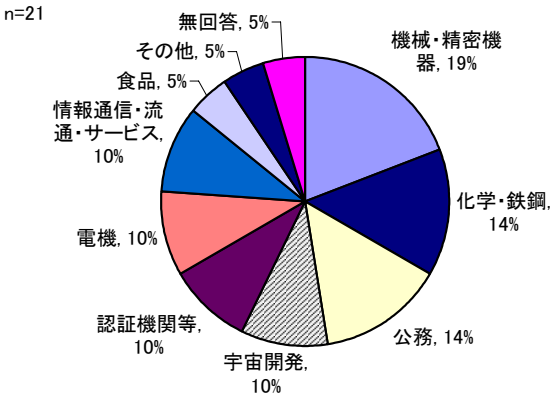
(2)　アンケート結果

回収したアンケートの結果を次に示す。

a)　プロフィール

受講生の業種は「機械・精密機器」、「化学・鉄鋼」などのメーカに勤務する社会人の割合が高い。職種としては、「安全管理」や「経営・企画」に携わる割合が高い。

＜業種＞



＜職種＞

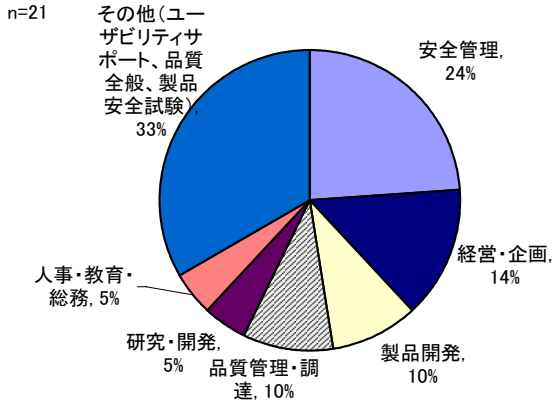


図 2.2-1 受講者のプロフィール

b)　受講目的

受講目的としては、仕事上のキャリアアップを目的とする割合が高い。そのためか、講座に期待する内容としても「専門知識の習得」(52%)を求める意向が最も強く、「具体的な仕事上の問題を解決するためのアイデアを得る」ことを目的とする受講者もいる(24%)。

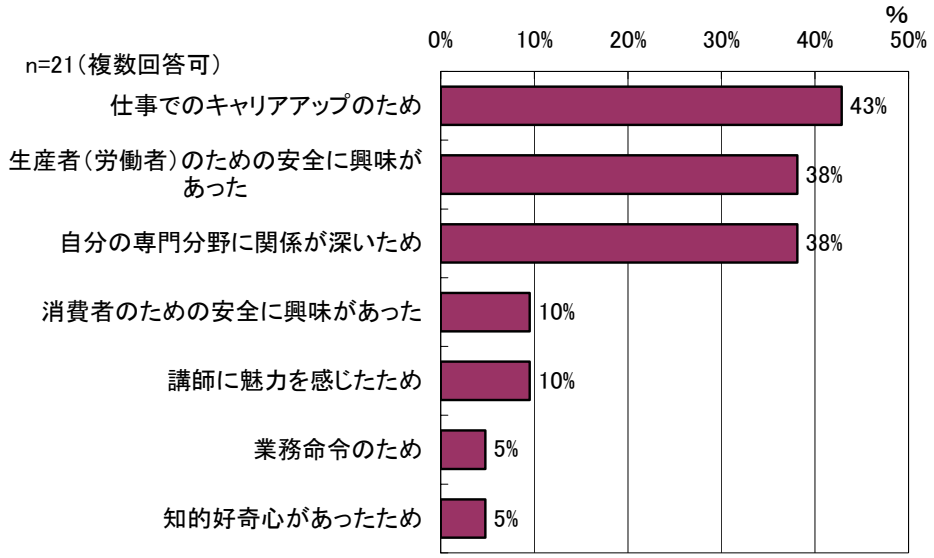


図 2.2-2 受講者の受講目的

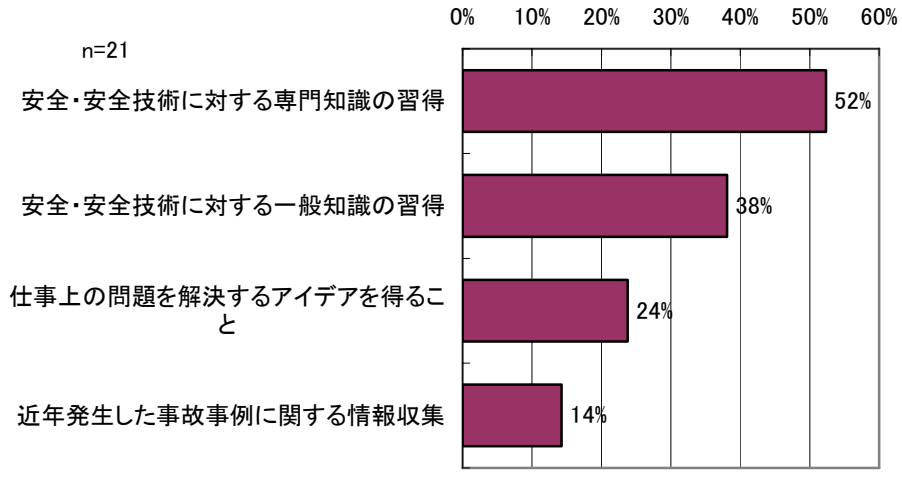


図 2.2-3 講座に期待すること

c) 安全学に関する受講経験

受講者は、今までに安全に関する講義を受講した経験が有る割合が大多数(8 割)を占めている。

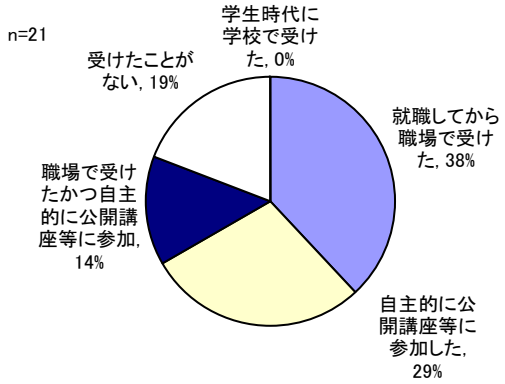


図 2.2-4 受講者の安全に関する講義等の受講経験

＜今までに受講した研修等の内容＞

－OHSAS18801 審査員養成コース
－電気製品に関する国内安全基準、IEC 規格、CSA 規格
－安全法規、基準、認証制度
－安全学入門(明治大学講座)
－リスクアセスメント／KYT 等
－製品安全について
－事故と安全術
－消費者保護、製品安全行政
－労働省、産業安全研究所、日機連、JIS／ISO 委員会
－"安全の考え方"対する基礎知識を得るためのセミナー

d) 関心のある内容

受講生に関心の高い内容としては、安全工学の考え方や国内制度、国際規格などがあげられており、基本的な内容に関する内容へのニーズが高い。その他、現在職場等で関心が高まっている話題として、メーカ責任の問題や、社内の労働者に対する安全教育・安全管理等への関心が示された。

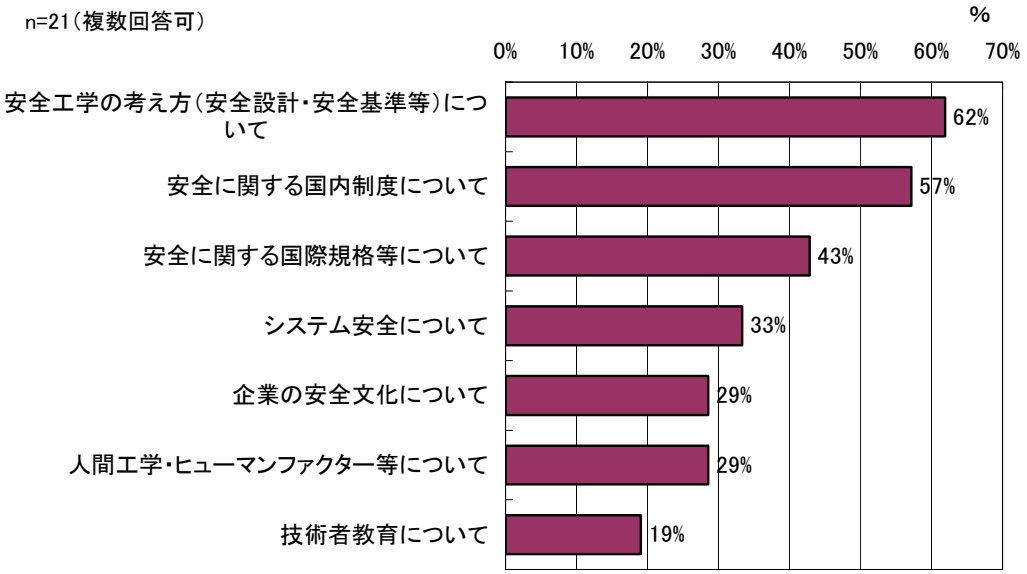


図 2.2-5 受講者の関心のある内容

＜その他の関心のある事項＞

－事故等における消費者とメーカの責任について（特に誤使用に関して）
－安全に対する規制
－ヒューマンエラー対策
－システム設計者への安全教育
－海外（中国）の関係会社の安全管理

e)　本公開講座への期待

受講生の関心の高い講義内容としては、「安全と技術と社会」などの基本的な内容に関する内容へのニーズが高い。

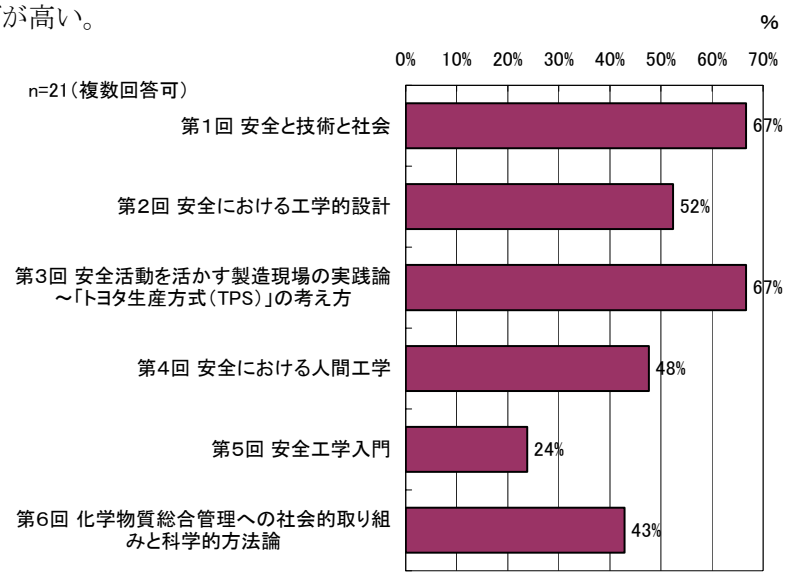


図 2.2-6　受講者の関心のある講座（受講前）

f)　講座の内容について

講義の内容については、「半分以上は初めて知る内容であった」という回答が多い。プログラムは、安全に関する基礎的な内容であったが、企業の技術者や管理者が安全に関して体系的に知識を得る機会が少ないことが推察される。

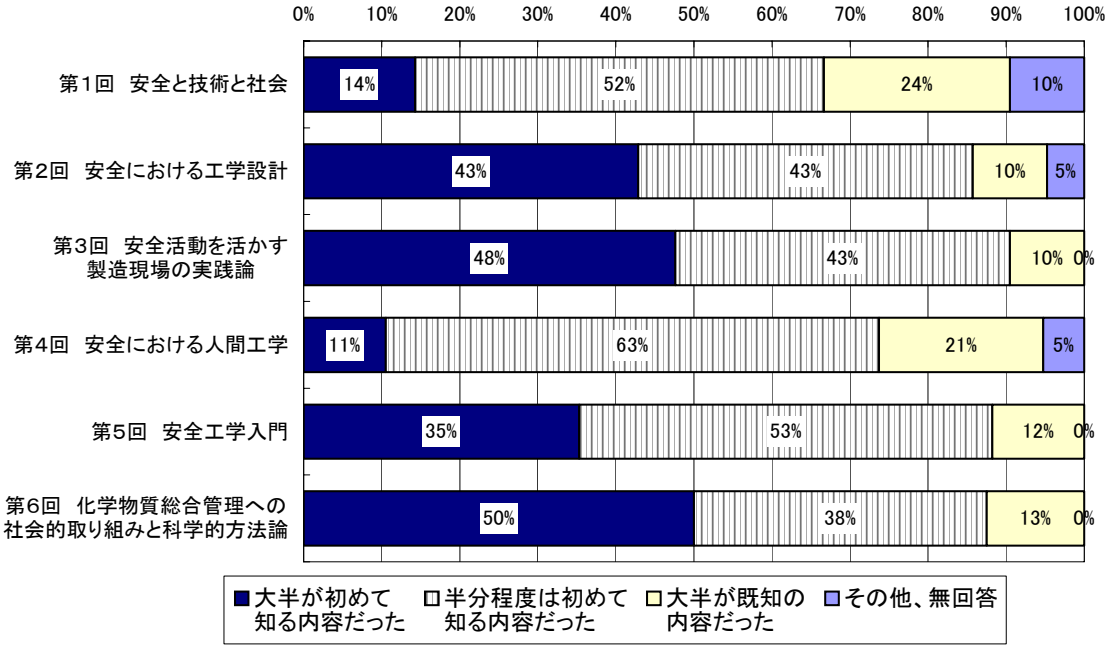


図 2.2-7　講義の内容について

g)　講座の難易度について

講義の難易度については、初回及び第4回は「一般的な内容であった」という回答が多く、それ以外は「専門的であったが理解できた」とする意見が多く得られた。

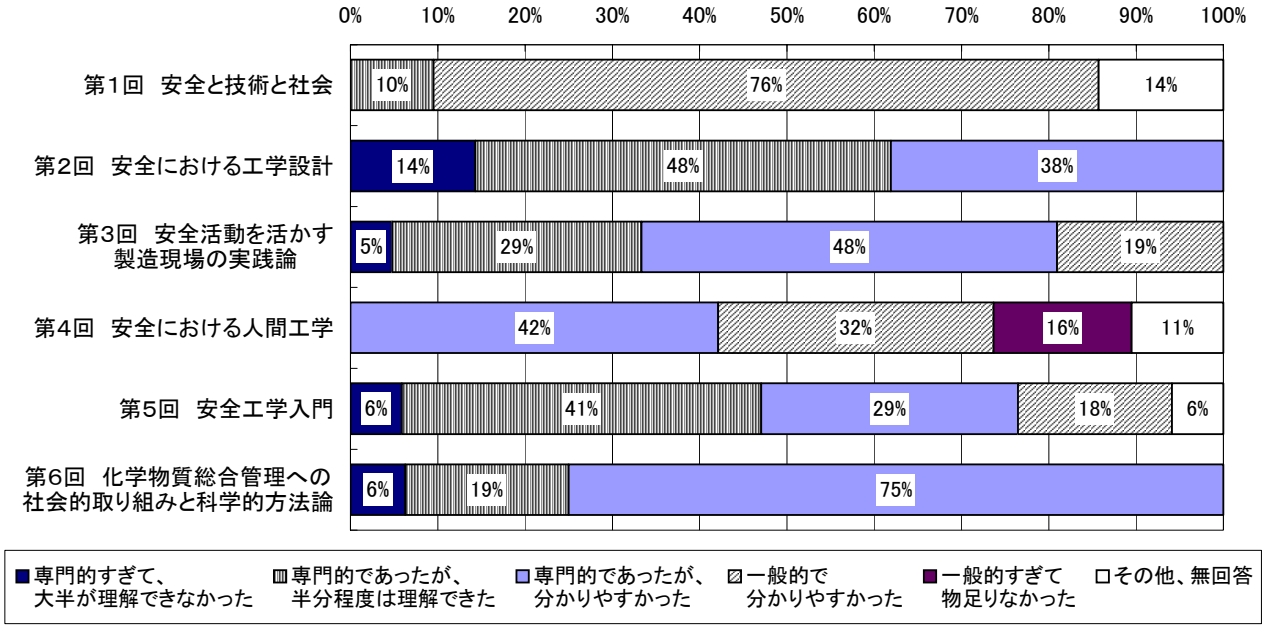


図 2.2-8　受講の難易度

h)　本講座に対する満足度

各回とも、講義に対する感想としては「とても参考になった」、「参考になった」という回答が9～10 割を占めている。

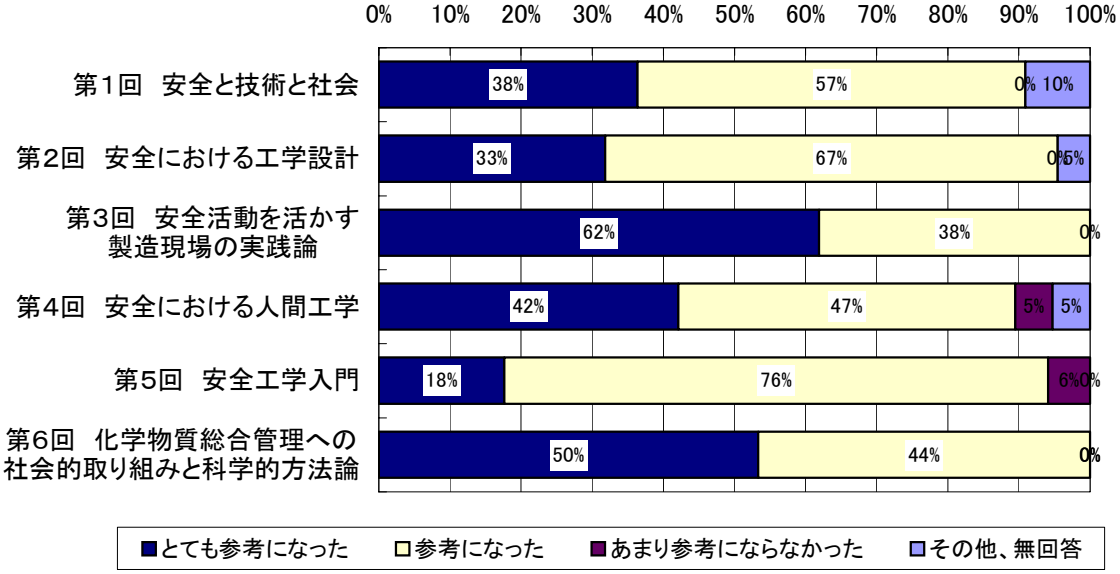


図 2.2-9　受講後の意見

i)　今後、期待する内容

本公開講座にて、基礎を学習した各内容について、より詳しく学習したいというニーズについては、「安全と技術と社会」、「安全における人間工学」、「化学物質総合管理」などの分野で高い傾向がある。

6回の講義で得られる基礎の他に、詳細な学習を求める要望が強いことが想定される。

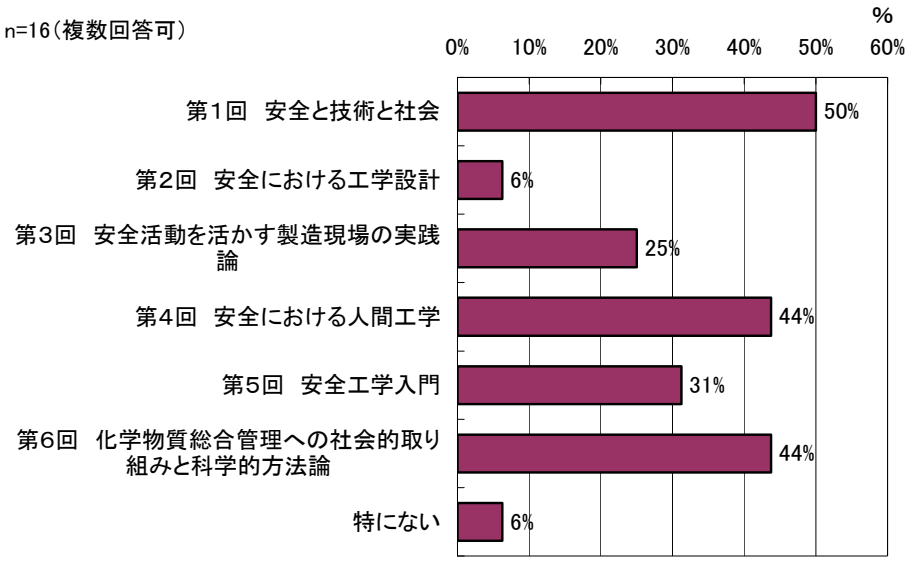


図 2.2-10 受講者が今後より深く学習したい内容（受講後）

表 2.2-1　安全工学基礎講座プログラムに対する感想、要望 （1/2）

タイトル	期待する内容
第一回 安全と技術と社会	【要望・取り入れて欲しいこと】 ・安全技術の基礎知識とリスクアセスメントについて ・安全に対する規制 ・製品に求められる安全基準、社会の安全システムの現状 ・工場や開発の場で、リスクアセスメントを理解してもらうための教育方法 ・分野毎に法律、制度、技術等にかなり差があることがわかった。課題の整理と今後の取り組みの明確化をして欲しい
第二回 安全における工学的設計	【要望】 ・製品を開発する上で、具体的にどのようなことに気をつけるべきか。例えばフェールセーフ原理を満たすために、具体的（例)にどうするべきかなど、具体的な事例を多く入れて解決してほしい 【成果】 ・工学的設計の基礎知識が理解できた ・技術情報のカタログ化/規格化に興味を持った ・安全のための技術の底辺に流れるフィロソフィや安全に対する基本的な考え方を学びたいと思っていたため、非常に参考になった ・欧米と日本の規格の構成の違いがよくわかった

表 2.2-2 安全工学基礎講座プログラムに対する感想、要望 (2/2)

タイトル	期待する内容
第三回 安全活動を活かす製造現場の実践論	【要望】 ・システムメーカ・部品メーカ、日米欧などの安全活動の差異を知りたい 【成果】 ・トヨタの安全に対する考え方・手法がわかりやすく理解できた ・現場主義からの内容で納得した。また、それがISOなどにも一致していることが理解できた ・ISO12100 で要求される各事項の具体的事例や安全制御についての具体的事例がわかった ・実際の製造現場における具体的な安全活動の内容、活動の具体化の裏にあるものが理解できた ・製造現場での災害対策について、下流からの情報発信の重要性が理解できた
第四回 安全における人間工学	【要望】 ・「人間工学」と「安全工学」という2つの「工学」としての理論・特性・原理などを整理して考えるベースを知りたい 【成果】 ・実際の製品に取り込まれている人間工学配慮、設計の例が理解できた ・ユーザビリティの評価の大切さを強調されていたこと(特に企画段階)がわかった ・ヒューマンエラーの発生原因を知ることができた ・安全な商品、正しい商品を造る。クレームのない商品を生むためのヒューマンエラー対策が理解できた ・人間が如何に行動をとるか理論学的にどう取り扱いをするかということが理解できた
第五回 安全工学入門	【要望】 ・安全の保障について踏み込んだ内容を知りたい ・バラエティのある事例を示して欲しい ・トラブル対応、事前対策のアイデアを聞きたい 【成果】 ・要求妥当性確認のために論理式で表現し、確認できた ・具体例がいくつも出されたことで、学調論理を整理できた ・標準が国際競争力に繋がるとの意見が参考になった ・2値理論、安全の確保の考え方を知ることができた ・「安全」を理論的に考える方法を学べたこと
第六回 化学物質総合管理への社会的取り組みと化学的方法論	【要望】 ・化学物質総合管理に関して、この講義の詳しい内容が聞きたい 【成果】 ・化学物質総合管理の一般的知識、リスクマネジメントの概要が理解できた ・幅広い様々な分野における安全管理体制が整理できた ・安全の取り組みが機械分野のみならず化学の分野でも非常に厳しい取り組みをされてきたことが理解できた ・現在施行されている、あるいは今後施行される規制の中身が整理できた ・欧米と日本の安全や法律に対する考え方を知ることができた

j)　追加して欲しいプログラム

今回の講義プログラム以外に要望のある講義内容としては、次のような意見が挙げられた。

■法律、制度など

- 製品安全とPL法対応
- 事故等における消費者とメーカの責任について
- 製品安全とユーザビリティについて
- 免責、保険の問題
- 一般的な規格について
- 認証機関のあり方について
- 「システムセーフティ」を中心とした工学、人間工学、法的分野等
- 分野毎の法律、制度、技術の差異や、各分野での今後の取り組み課題など

■社員教育について

- 海外の関係会社の安全管理の方法
- 技術・技能の伝承について
- システム設計者への安全教育について

■具体例、実践的演習など

- 具体的なリスクアセスメントの方法について／特に製品開発（安全な製品）をする際のリスクを予見する方法
- リスクマネジメントの具体例

k)　その他（今後の受講希望時間帯）

今後、安全に関する講義を実施する場合、受講したい曜日・時間帯については、平日の夕方以降や土曜日の昼間などの時間外の希望が多い。

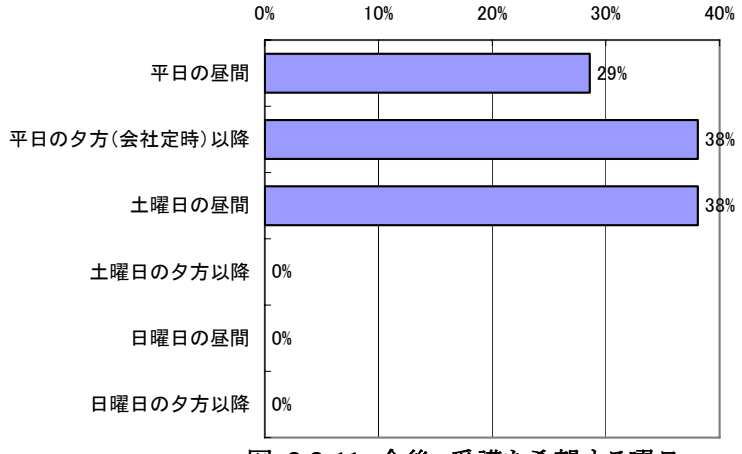


図 2.2-11　今後、受講を希望する曜日

2.2.2　公開講座によって抽出された課題

(1)　安全学概要、体系的教育機会の不足

本公開講座の受講生は、企業において安全管理や製品開発等を行っている社会人が大半であり、そのうちの大多数（8 割）はすでに安全に関する講義を受講した経験があった。しかし、安全工学の基礎的な内容が主体であった公開講座の内容に関して、「未知の内容が多い」、「専門性が高い」という評価がされている。

現在、安全学の体系的知識については、学生時代に学ぶ機会がないこと、また、その他の教育機関においても、体系的に知識を習得することが難しい状況にある事がわかる。

そのため、安全学に関しては、その体系化を行うとともに、体系的な学習機会を増加することが急務であると言える。

(2)　現場への活用方法に対する高いニーズ

本講座の受講生が、企業の技術者が多いことから、学んだ知識を現場に活用・応用する方法についてのニーズが高いことが伺えた。

講座において、企業における応用例を示すとともに、実際の製造現場における課題の抽出など、実践的な演習を加えるような工夫が必要であると考えられる。

(3)　法制度や国際動向等の企業リスクに関するニーズ

本講座において、カリキュラムの主題として反映されていない製造物責任法等の法制度や、規制や規格の国際動向等についても、受講者のニーズが高い状況にあった。

安全に関連する法制度や規格等の国際動向については、知識が不足していることが、輸出等の際の企業リスクに直結すると考えられる。また、技術者が基礎的に身につける必要があるものであると、考えられる。

今後、法制度等の動向について、アウトラインを示すフェーズが必要になると考えられる。

3. 安全学専攻カリキュラムの作成

3.1 前提条件等

安全学専攻カリキュラムの作成にあたって、育成すべき専門家像を明確にした。

3.1.1 カリキュラムの目的、ターゲット

本カリキュラムでは、安全工学及び安全学を次のように整理して、カリキュラム作成を行った。

- 安全工学：分野別の安全について、横断的に体系化した学問
- 安全学：安全工学に、社会科学的な内容を加えた総合的な学問

また、本事業では機械産業における安全を確立し、かつリードする安全学、安全工学の専門家・技術者を育成することを目的としている。そのため、大学の理工学部の知識レベルを習得した企業の技術者、安全管理者や、安全管理者を目指す大学院生レベルを対象とし、大学の理工学部において学習する基礎的な学問分野については、検討の対象外とした。

本カリキュラムでは、分野別の安全を横断的に習得する「安全工学」を検討の中心とし、更に、社会科学の側面を加えて、「安全学専攻」を総合的に考慮するものとした。

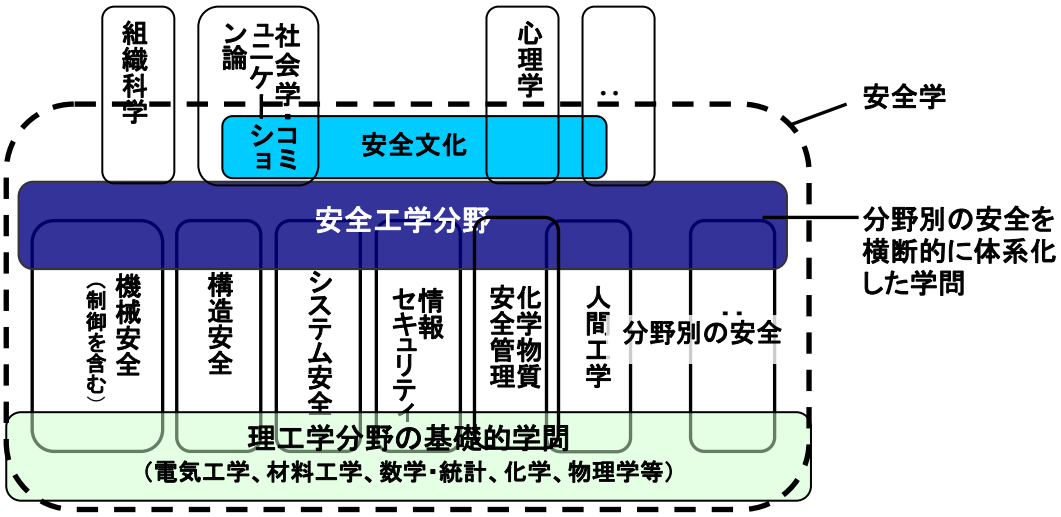


図 3.1-1 本プログラムで定義する安全学、安全工学

3.1.2 実施形態

実施形態としては「大学講義形式」の他、社会人の通学等利便性を想定した「集中講義形式」の2種類を想定している。「集中講義形式」についても、コース別に選択可能な選択科目を設けることとし、カ

リキュラムの内容は同一のものを想定する。

(1)　大学講座形式

・毎週定められた曜日に講義を実施

・複数の講義を平行して受講する

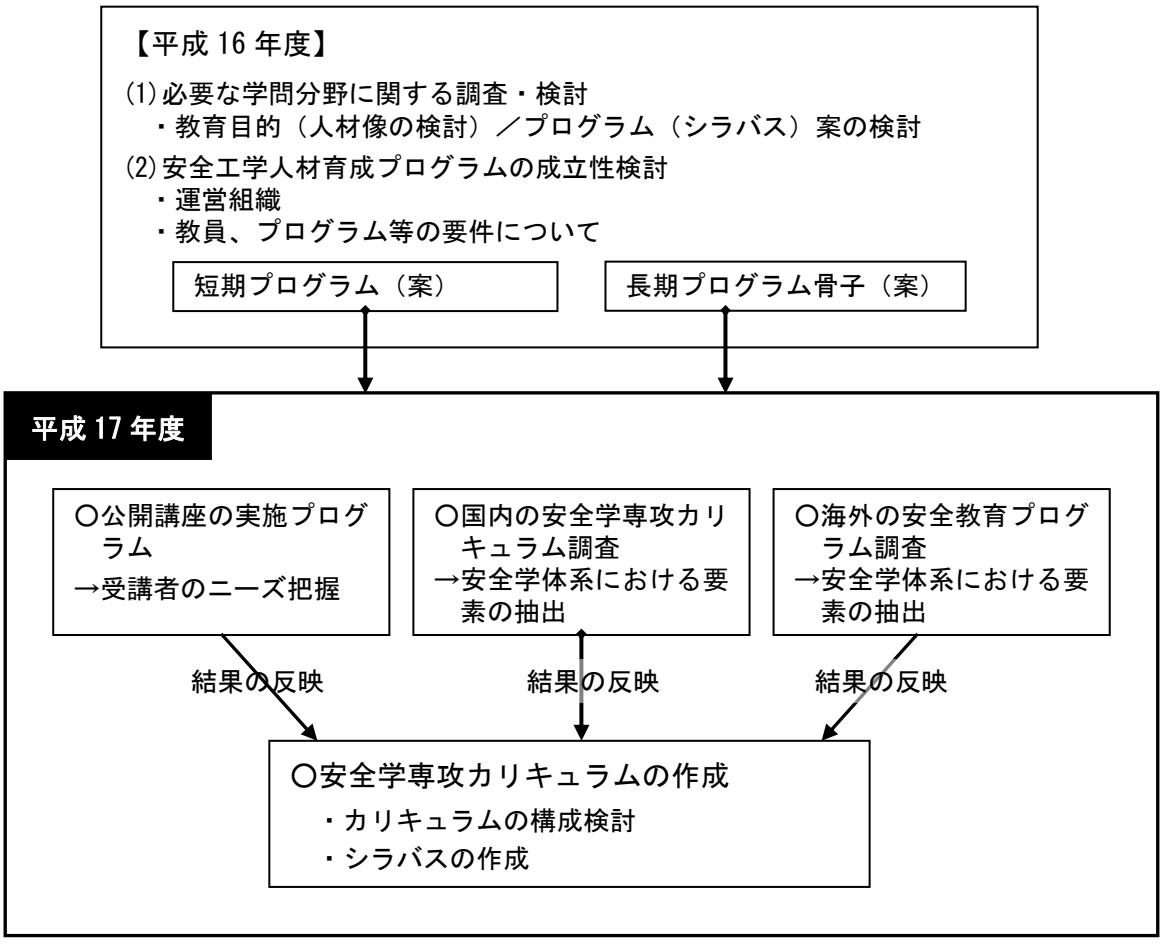
(2)　集中講義形式

・短期間に連続して講義を実施

・関連性のある講義を連続して実施する

3.1.3　カリキュラムの検討方法

カリキュラムの検討にあたっては、平成 16 年度に検討したプログラムを元に実施した公開講座のプログラムを骨子とし、国内の大学における安全学に関するプログラム及び海外における安全専門家等に関する調査等を参考に策定した。



3.2 国内の安全学のプログラム概要

3.2.1 調査概要

国内の大学において実施されている安全学のプログラムについて、その特徴（目的、カリキュラムの特徴など）を調査し、整理した。調査対象は次の 6 校のプログラムである。

- 東京大学
  - 「安全・安心と科学技術」プロジェクト
- 横浜国立大学
  - 安心・安全の科学研究教育センター「高度リスクマネジメント技術者育成ユニット」
- 筑波大学大学院
  - システム情報工学研究科リスク工学専攻
- 長岡技術科学大学　専門職大学院
  - システム安全専門職
- 東京農工大学　専門職大学院
  - 技術経営研究科　技術リスクマネジメント専攻
- 千葉科学大学
  - 危機管理学部

表 3.2-1　安全専門家教育プログラムの概要比較表（1/2）

	東京大学 「安全・安心と科学技術」プロジェクト	横浜国立大学 安心・安全の科学研究教育センター 「高度リスクマネジメント技術者育成ユニット」	筑波大学大学院 システム情報工学研究科リスク工学専攻
目的・概要	【概要・目的】 (1)**行政、NPO/NGO、学界、ジャーナリズムにおいて、安全・安心分野問題に従事する人材を育成**する。 (2)育成した人材間のネットワークを起爆剤として、官・民・報道の垣根を低くし、国内外の問題の発見⇒伝達⇒解決のための政策立案という「動くトライアングル」を構築する。 (3)同時に、**文系理系を問わない「安全・安心」に関する学問分野の融合領域を開拓し、「安全・安心学」として新たに体系化**する。	【目的】 (1)大学院修士課程および博士課程の学生に対する、**安心・安全な社会の構築のための人材育成**を目的とした教育 (2)社会人に対する、安心・安全科学の再教育 (3)**安心・安全の科学に関する研究開発** 【概要】 ・H16 年度、文部科学省「高度リスクマネジメント技術者育成ユニット」が採択。この技術者育成ユニットに取り組むとともに、人文社会科学系と自然科学系とを統合し、「安心・安全の科学」の分野の研究・教育に取り組むための拠点としてセンターを新設。 【プログラムの背景】 学部において「安全工学科」、「環境科学研究センター」を設置し、事故等の分析・評価と防止技術、科学物質の安全管理、環境の評価を保全等について多の専門家を育成。 大学院工学研究院機能発現工学専攻に「物資エネルギー安全工学コース」、大学院環境情報研究院環境マネジメント専攻に「リスクマネジメントコース」を設置。 H14 年度文部科学省「生物・生態系リスクマネジメント」が採択され、環境リスクマネジメント分野の研究拠点の形成を進める。	【目的】 (1) 現代社会の様々なリスクに的確かつ柔軟に対応でき、**近未来に起こりうる多様なリスクを予測・制御する能力を持つ高度専門職業人の育成**と**最先端科学技術の先導的研究**を目指す。 (2) また、理論・応用研究の成果を社会の「安全・安心」構築に貢献できる研究教育体制として具備し、**先端科学技術を創出するリーダーシップを発揮できる若手研究者の恒常的輩出**と、**世界的視野に立ったリスク工学研究の先導的役割**を担うことを目的とする。 【プログラムの特徴】 現代社会の多種多様なリスクの中で、特に次の3分野に焦点を当てた教育・研究を行っている (1) **ソフトコンピューティング技法**（確率・統計モデル、ファジィ論、証拠理論、進化計算など）。リスクの認知と意思決定における人間機械協調。 (2) **情報セキュリティ技術**、その根幹をなす暗号理論と認証の方法。 (3) **巨大システム**の典型としての**都市やエネルギープラントにかかわる安全性。災害発生のメカニズム解明**と、被害の予防・軽減方策やシステム。

表 3.2-2　安全専門家教育プログラムの概要比較表（2/2）

	長岡技術科学大学 専門職大学院／技術経営研究科システム安全専攻	東京農工大学 技術経営研究科技術リスクマネジメント専攻	千葉科学大学 危機管理学部
目的・概要	【目的】 国内外の**安全規格・法規**の上に立ち安全技術とマネジメントスキルを統合して応用する「システム安全」に関する実務教育及び専門職養成を目的とする。 【システム安全専攻設置の背景】 ・安全に対応できる専門職には、工学的知識を持った上で、国内外の安全規格・法規に関する体系的な知識と実務能力及び安全技術の統合的マネジメントのスキルをもつことが同時に要求される。このような人材を養成するためには、プログラムは工学的知識を有する者に、安全規格・法規及びマネジメントの知識と実務能力を教授する必要がある。そのため、H18 年 4 月より「技術経営研究科」を立ち上げ、「システム安全専攻」専門職大学院を設置予定である。	【目的】 先端技術の事業化リスクなど、起業や企業経営に重大な影響を及ぼす技術リスクの専門家を育成することを目的としている。 【背景】 ・企業の経営戦略策定時のリスク、個々の製品開発時に発生するリスクなどが存在する。企業の直面する様々なリスクを事前に予測し、かつ予測されるリスクを最小化する手法を確立する。 ・特に、先端技術の事業化を担うマネージャー等の育成を想定したカリキュラム編成とする。	【目的】 危機管理を総合的かつ体系的に整理し、学問体系として確立し、その専門教育を行って社会のニーズに応えることを目的としている。 【背景】 ・従来、工学部、生産管理学部、社会学部等においてその一部が行われていた危機管理に関する学問領域を統合し、新しい教育・研究システムを構築する。 ・管理について、「防災システム」、「環境安全システム」、「危機管理システム」

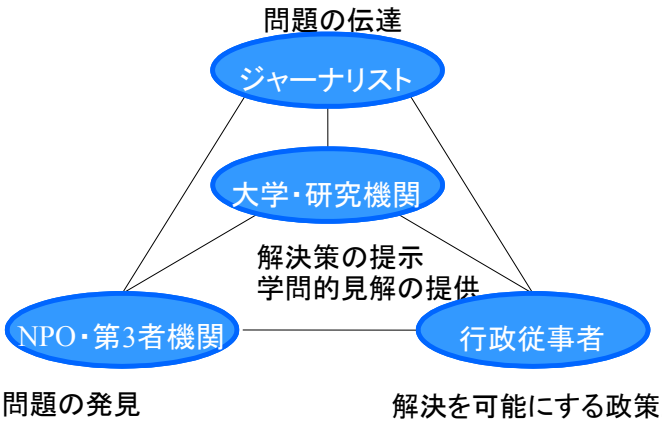
3.2.2　個別事例調査

(1)　東京大学

東京大学先端科学技術研究センターでは、2003年度より文部科学省「安全・安心な社会を実現する科学技術人材養成」プロジェクトの支援の下、「安全安心を実現する科学技術人材養成」プロジェクトを進めている。このプロジェクトでは次の3つの目標を設定している。

1）産・官・学、メディア、NPO/NGO からそれぞれ「安全・安心」を実現する人材を育成する
2）プロジェクトを通じて育成した人材間のネットワークを作り、各分野の壁を越えて、国内外のリスクの発見⇒伝達⇒解決の為の政策立案という有機的な「動くトライアングル」の構築を目指す
3）文系、理系を問わない「安全・安心」に関する学問分野の融合領域を開拓し、「安全・安心学」として新たに構築し、体系化する

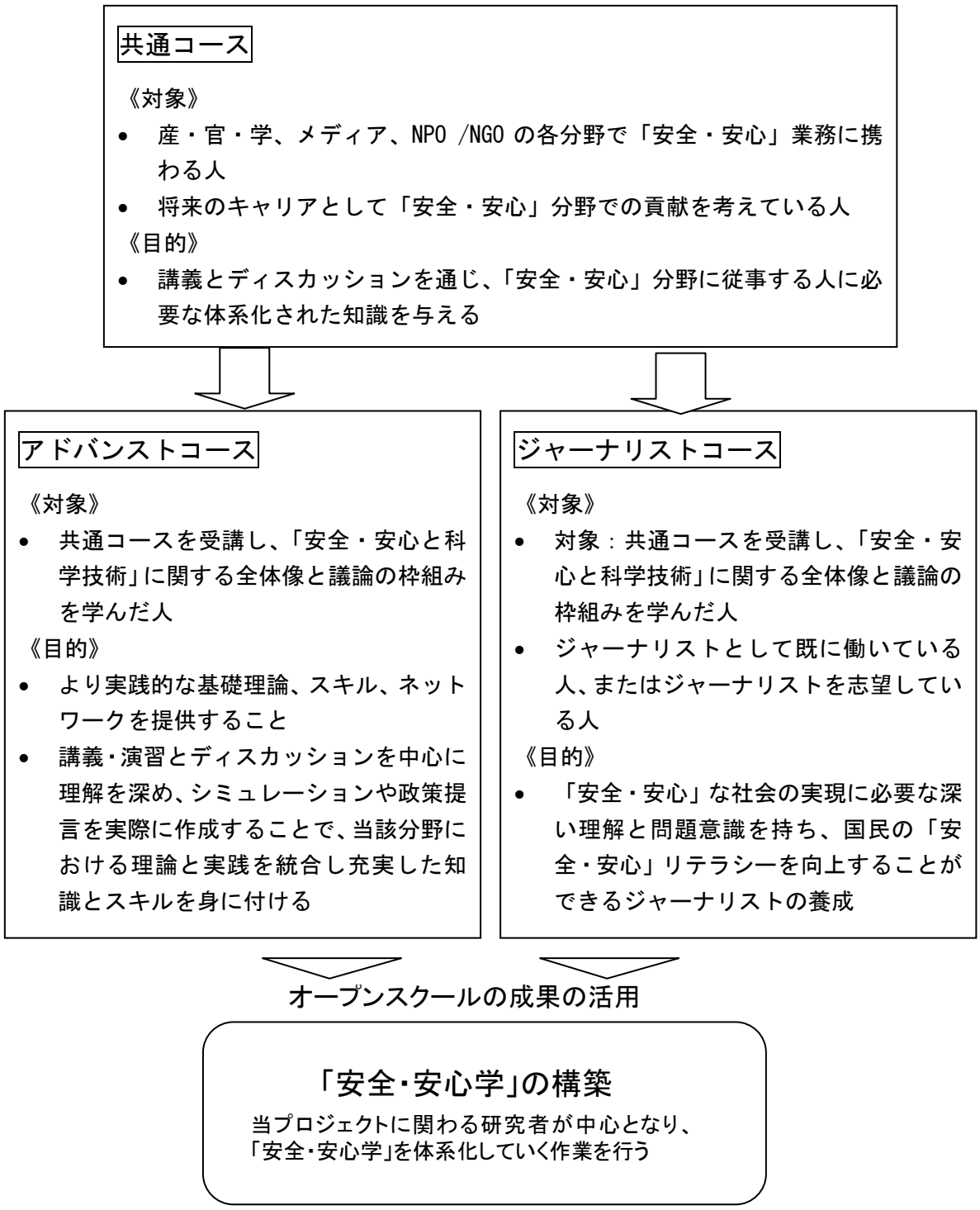
これらの目標を達成する第一歩として、2003年度から「安全・安心と科学技術」プロジェクト・オープンスクールを開講している。オープンスクールでは、産・官・学・メディアの各セクターから、国防、治安、エネルギー、食品、インフラ、情報などさまざまな分野で安全・安心実現に取り組む受講生を迎え、講師を交えて、広く活発な議論を行っている。



資料[2]：東京大学先端科学技術研究センターHP（http://www.anzenansin.org/index.htm）より作成

図　3.2-1　東京大学「安全・安心と科学技術プロジェクト」動くトライアングル

オープンスクールは「共通コース」、「アドバンストコース」、「ジャーナリストコース」の3種類のコースが開催されている。



資料[2]：東京大学先端科学技術研究センターHP（http://www.anzenansin.org/index.htm）より作成

図 3.2-2 東京大学「安全・安心と科学技術プロジェクト」の目標

表 3.2-3 東京大学「安全・安心と科学技術プロジェクト」共通コースのプログラム（2005 年度の例）

【日程】毎週水曜日 18:30－21:30（6月22日―9月28日 特番を含めて全10回）		
回数	第一講目（18:30～19:50）	第二講目（20:00～21:20）
第1回	①「安全・安心学」とは何か	②日本人の安全・安心史観
第2回	①国家と科学技術	②科学技術史から見た安全・安心
第3回	①社会技術と安全・安心	②食品の安全・安心
第4回	①公共政策から見る安全安心	②企業不祥事・CSR について
第5回	①感染症	②前半レビュー
<特番>	企画フィールドワーク（防災未来センター）	
第6回	①システムの信頼性	②日本の治安
第7回	①安全保障からテロ対策まで	②情報セキュリティ
第8回	①地震と安全・安心	②バイオ・テロ演習
第9回	－特別講義	

資料[2]：東京大学先端科学技術研究センターHP（http://www.anzenansin.org/index.htm）より作成

表 3.2-4 東京大学「安全・安心と科学技術プロジェクト」ジャーナリストコースのプログラム（2005 年度の例）

【日程】 毎週水曜日 18:30－21:30（6月22日―9月28日 特番を含めて全10回）		
	テーマ	内容
第1回	「リスク社会と報道」	①イントロダクション「リスク社会と報道」 ②リスクコミュニケーション概論
第2回	「原子力」	①大規模核災害と報道 ②原子力の光と影
第3回	「バイオテクノロジー」	①バイオテクノロジーの最新動向 ②科学技術倫理学の世界
第4回	「IT社会とリスク」	①IT社会のリスクと安全性 ②IT時代の知財問題
第5回	「グレーゾーンの科学と報道」	①リスク源としての携帯電話 ②確率論的現象と報道
第6回	「感染症」	①新興、再興感染症について ②WHOと国際医療状況
第7回	「脳、身体、公共性」	①脳科学最前線 ②健康問題等、私的情報の報じられ方とジャーナリズムの公共性
第8回	「地球環境と未来」	①環境倫理学とは ②人口問題最新シミュレーション

資料：同上

(2)　横浜国立大学

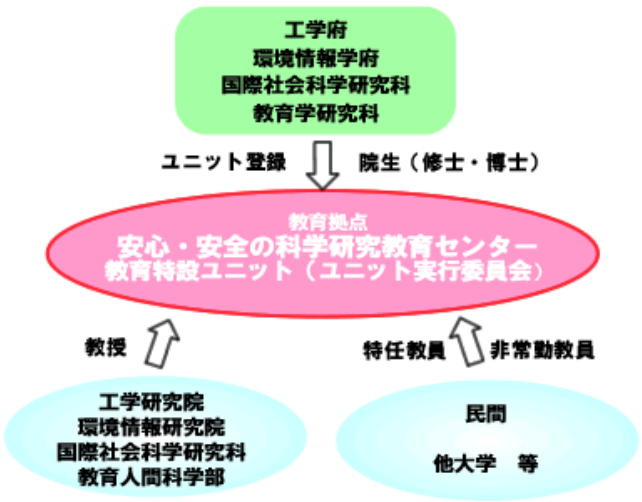
横浜国立大学「高度リスクマネジメント技術者育成ユニット」は、リスクマネジメントの手法を的確、かつ総合的に適用できる手法を身につけた人材を育成するために平成 16 年度に開設された大学院レベルの教育プログラムである。

同ユニットは、文部科学省科学技術振興調整費により平成 16 年度から平成 21 年度の 5 年間にわたり、安心・安全の科学研究教育センターを拠点として開設したものである。自然科学の知識や人文・社会科学の知識を駆使することにより、具体的な実務上の課題に対しての解決をリスクの概念を使って図って頂くための教育プログラムを組んでいる。

プログラムでは、履修者自らがリスク分析の先進的な技術の実習を行い、お互いの討論等によってコミュニケーション能力の向上を図っている。これにより、リスクマネジメントを実践できる手法を身につける教育を行い、5 年間で修士レベル 130 名、博士レベル 5 名のリスクに関わる専門職に従事可能な人材を育成し、社会に輩出する予定である。

ユニットは、リスクマネジメントに関連する分野を強く志向する同大学研究科・学府に在籍する大学院生を対象としている。このため大学所属の教員および特任教員の 13 名で構成されたユニット実行委員会を中心に、全学の協力体制のもとユニットが運営されている。

本ユニットの修了要件は、所属の研究科・学府の修了要件を満たし、かつ必修のユニット特設科目の修得および関連科目群から 2 科目 4 単位以上の修得が必要となる。この要件が確認されればユニット修了が認定され、「ユニット修了証」が授与される。修士号は所属の研究科・学府より授与される。



資料[3]：横浜国立大学　安心・安全の科学研究教育センターHP
（http://www.anshin.ynu.ac.jp/center/home/index.htm）

図 3.2-3 横浜国立大学「高度リスクマネジメント技術者育成ユニット」体制図

次に同ユニットのカリキュラムを示す。同カリキュラムは、工学等の基礎知識を習得した大学院生を対象としているため、基礎知識に関するカリキュラムは実施されていない。

また、リスクマネジメントシステムの企画立案・計画策定・事後評価、安全管理の企画と実施、さらにリスクコミュニケーションを担う人材の重要性を重視したカリキュラムであると言える。

表 3.2-5　横浜国立大学「高度リスクマネジメント技術者育成ユニット」カリキュラム概要

講義名		単位
□ リスクの分析とコミュニケーション		0
□ リスクコミュニケーション WS－ＩA		0
	G1）ハザード評価 G2）リスク評価 G3）リスクアセスメント手法 G4）環境リスク G5）リスクコミュニケーション要因解析 G6）リスクコミュニケーション手法 G7）リスクマネジメント手法 G8）社会的側面から見たリスク G9）心の危機と教育場面のリスク	
□ リスクコミュニケーション WS－ＩB		0
	B-1） 新燃料・新エネルギーシステムの導入とリスクアセスメント B-2） 化学物質のリスクコミュニケーション手法 B-3） 化学プラントのリスクアセスメント B-4） 確率論的リスクアセスメント実習 B-5） 質問紙調査法実習 B-6) GIS(地理情報システム)を用いた都市におけるリスクアセスメント	
□リスクコミュニケーションワークショップⅡ		0
□産業と安全（指導教員と調整のうえ実施する）		2
□リスクマネジメントのための技術者倫理 A		1
□リスクマネジメントのための技術者倫理 B		1
□リスク管理におけるヒューマンファクターズ		2
□安心感の心理・社会的基盤		2
□実践的災害リスクアセスメント論		2
□安心・安全文化教育論		2
□リスクマネジメントと社会技術		2

資料[3]：横浜国立大学　安心・安全の科学研究教育センターHP
（http://www.anshin.ynu.ac.jp/center/home/index.htm）

表 3.2-6　横浜国立大学「高度リスクマネジメント技術者育成ユニット」関連科目一覧

No.	科目名	研究科・学府名	単位数
1	安心・安全文化教育論	教育学研究科	2
2	教育臨床相談講義（学校臨床心理学講義）		2
3	学校心理学講義		2
4	環境法	国際社会科学研究科	2
5	社会保障法		2
6	人間科学特論		2
7	経営組織特論		2
8	ビジネス・モデリング特論		2
9	経営情報特論		2
10	企業と社会特論		2
11	生産システム特論		2
12	リスクマネジメントのための技術者倫理A	工学府	1
13	リスクマネジメントのための技術者倫理B		1
14	産業と安全		2
15	リスクマネジメントと社会技術		2
16	実践的災害リスクアセスメント論		2
17	安心感の心理・社会的基盤		2
18	リスク管理におけるヒューマンファクターズ		2
19	エネルギー変換材料論		2
20	火災現象論		2
21	エネルギー物質論		2
22	危機管理論		2
23	物質安全管理学		2
24	環境安全システム工学		2
25	信頼性工学		2
26	防災システム論		2
27	都市住居環境論		2
28	機器信頼性工学		2
29	材料組織制御学		2
30	構造材料のリスク（H17 後学期に新設予定）		2
31	高速現象論		2
32	社会とエコシステムマネジメント	環境情報研究院	2
33	技術革新と社会制度		2
34	植生環境管理学		2
35	化学物質の生物・生態リスクマネジメント		2
36	環境リスクの国際社会規制論		2
37	環境動態解析		2
38	環境リスクマネジメント		2
39	環境疫学概論		2
40	暗号と情報セキュリティ		2
41	都市環境計画論		2

資料[3]：横浜国立大学　安心・安全の科学研究教育センターHP
（http://www.anshin.ynu.ac.jp/center/home/index.htm）

以下に、同大学で想定する本ユニットを終了後の社会での活躍の場の例を示す。

1）教育学研究科学生の例：

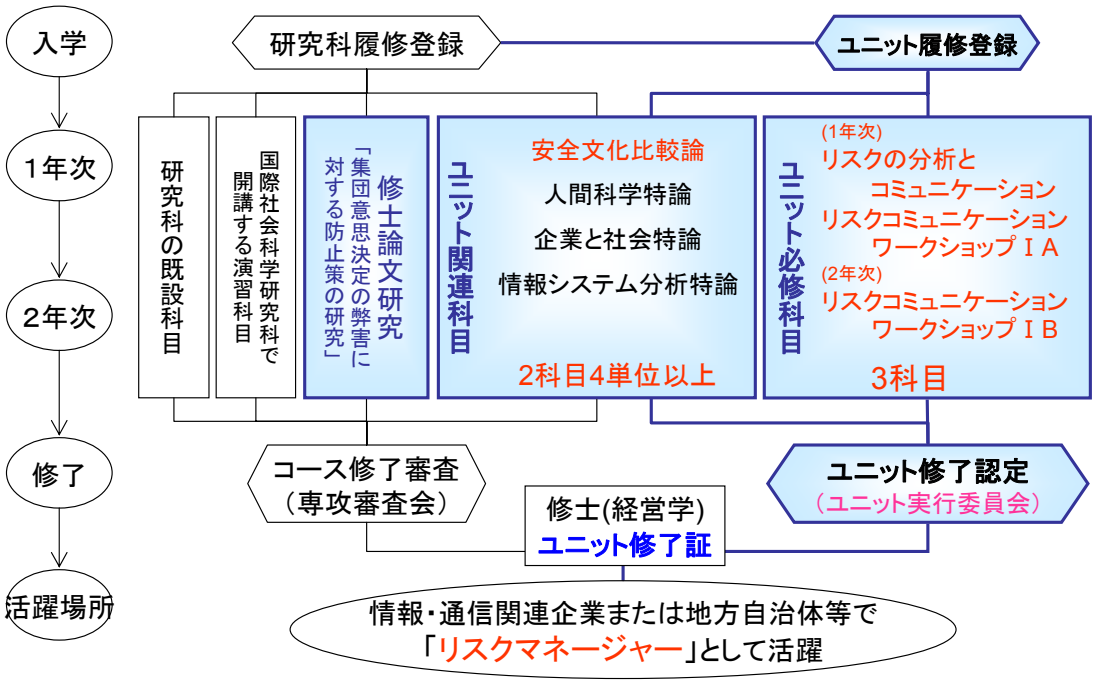
情報・通信関連企業または地方自治体等で「リスクマネージャー」として活躍

2)工学府学生の例：

化学系製造業等で「セーフティエンジニア」として活躍

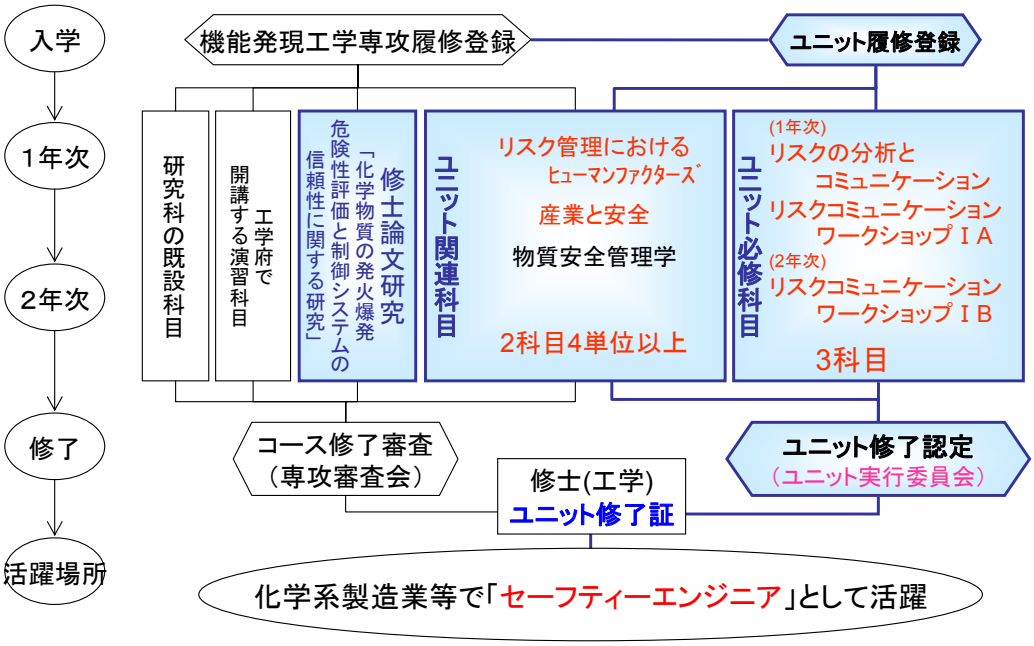
3)環境情報学府学生の例：

環境系産業等で「リスクコンサルタント」として活躍



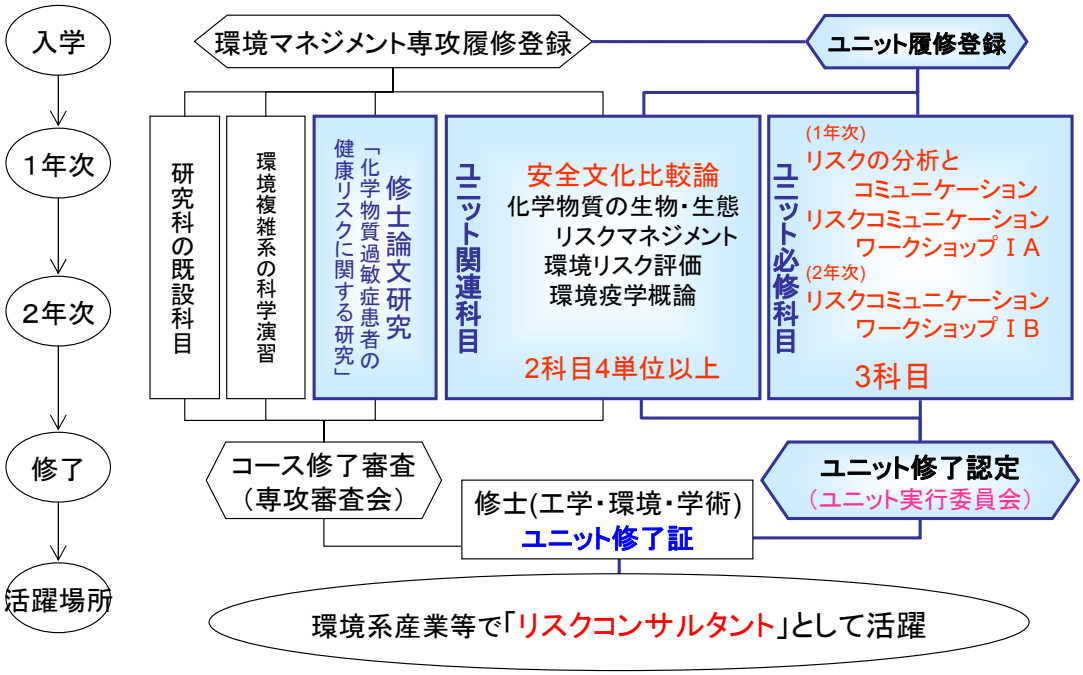
資料[3]：横浜国立大学　安心・安全の科学研究教育センターHP
（http://www.anshin.ynu.ac.jp/center/home/index.htm）

図 3.2-4 横浜国立大学「高度リスクマネジメント技術者育成ユニット」履修モデル(1)教育学研究科学生の例



資料[3]:横浜国立大学　安心・安全の科学研究教育センターHP
（http://www.anshin.ynu.ac.jp/center/home/index.htm）

図 3.2-5 横浜国立大学「高度リスクマネジメント技術者育成ユニット」履修モデル(2)工学府学生の例



資料:同上

図 3.2-6 横浜国立大学「高度リスクマネジメント技術者育成ユニット」履修モデル(3) 環境情報学府学生の例

(3) 筑波大学

筑波大学リスク工学専攻は、現代社会に潜むリスクに的確かつ柔軟に対応し、近未来に起こりうる多様なリスクを予測・制御する能力を持つ高度専門職業人の育成及び最先端科学技術の先導的研究を目指している。また、理論・応用研究の成果を社会の「安全・安心」構築に貢献できる研究教育体制を具備し、先端科学技術を創出するリーダーシップを発揮できる若手研究者の恒常的輩出と、世界的視野に立ったリスク工学研究の先導的役割を担うことを目的としている。

現代社会におけるリスク発生とその解決をめぐる多種多様な問題の中で、リスク工学専攻では、主に次の3分野に焦点を当てた教育・研究を行っている。

1)リスク研究のための基礎的方法論としての**ソフトコンピューティング技法**（確率・統計モデル、ファジィ論、証拠理論、進化計算など）。さらに、リスクの認知と意思決定における人間機械協調にかかわる考察。

2)インターネットの利用に伴い急速に需要が増大している**情報セキュリティ技術**、その根幹をなす暗号理論と認証の方法。さらに、それらを包含する現代情報理論の考察。

3)現在の**巨大システムの典型としての都市やエネルギープラントに係わる安全性**の考察。さらに、災害発生のメカニズム解明と、被害を予防・軽減することのできる方策やシステムの考察。

リスク工学専攻は、このようなリスクを科学的・工学的な方法により解明できる高度な技術をもつ研究者の育成と社会で活躍できる人材を輩出することを目標としている。

すなわち、リスク解析・評価のための基礎理論や関連情報処理技術を習得していると同時に、リスクに関する現実の問題について豊富な知識と関心を持ち、これらの問題に対して広い視野と強いリーダーシップをもって、問題設定から工学的手段による解決までの一連のプロセスを理解しプロジェクト運営能力を発揮して具体的な解決手段を考案・開発することができる人材の育成を目標としている。

この教育目標に従い、次の各項目が達成されるように履修指導を行っている。

1. リスク解析・評価のための基礎理論を習得する
2. リスク解析・評価に関連する情報処理技術を習得する
3. リスク工学の対象である現実の問題について学習する
4. リスク工学の対象を広い視野で捉えることができる
5. リスクにかかわる問題について、問題設定から工学的手段による解決までのプロセスを理解し、具体的解決手段を考案・開発することができる.
6. 研究チームや研究プロジェクトのなかで役割分担を果たすことができ、必要に応じてリーダーシップをとることができる。

表 3.2-7　筑波大学「システム情報工学研究科リスク工学専攻」カリキュラム概要

	カリキュラム名
【専攻共通】	□リスク工学特別演習
	□リスク工学特別研究 I／II
	□リスク工学特別講議 I／II
【ソフトコンピューティング分野】	□ソフトコンピューティング基礎論 I／II
	□ソフトコンピューティング基礎論演習
	□確率システム論
	□ソフトデータ解析
	□システム信頼性特論
	□リスク認知論
	□異種情報統合論
【サイバーセキュリティ分野】	□離散数学と暗号
	□認証処理特論
	□現代情報理論とネットワーク
	□現代情報理論とネットワーク演習
	□ネットワークセキュリティー特論 I／II
【巨大システムリスク分野】	□都市リスク管理特論
	□都市機能リスク論
	□都市構造システム論
	□都市リスク分析演習
	□エネルギーリスク評価論
	□エネルギー安全工学特論
	□エネルギーリスク解析演習
	□構造リスク解析特論

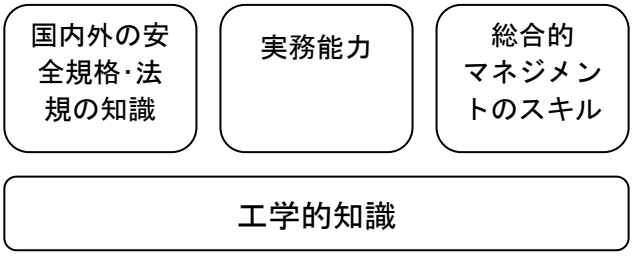
資料[4]：筑波大学大学院リスク工学専攻HP（http://www.risk.tsukuba.ac.jp/）

(4) 長岡技術科学大学

長岡技術科学大学は、事故・災害の本質的要因としては安全工学に関する教育・研究の欠如が重大であるとの立場から、平成13年度に「機械安全工学」を設け安全工学に関する研究を進めてきた。また、機械安全の国際基本規格である ISO12100「機械類の安全性－設計のための基本概念、一般原則」の発効（平成 14 年 11 月）により、特に国際規格に適合する安全技術や安全認証に関する体系的な知識・実務能力を有する人材養成が急務であるとの認識から、大学院工学研究科修士課程機械システム工学専攻内に、社会人キャリアアップコース「機械安全工学」を設置（平成 14 年度）し、安全 工学に関する教育を開始しており、すでに多数の修了生を輩出している。

安全に対応できる専門職には、工学的知識を持った上で、国内外の安全規格・法規に関する体系的な知識と実務能力及び安全技術の統合的マネジメントのスキルをもつことが同時に要求される。このような人材は、工学的知識を有する者に、安全規格・法規及びマネジメントの知識と実務能力を教授することが必要となる。そのため、平成 18 年 4 月より、新たに「技術経営研究科」を立ち上げ、「システム安全専攻」専門職大学院を設置することとしている。

更に、安全専門職に対する社会的な信頼性を高めることを目的として、卒業生に対して資格を継続的にメンテナンスする講座を開始している。



資料[5]：長岡技術科学大学専門職大学院 HP
（http://mcweb.nagaokaut.ac.jp/system-safety/）

図 3.2-7 長岡技術科学大学専門職大学院の示す安全専門職教育（イメージ）

同大学においては、実務能力の習得を重視していることから、各種演習の他、国内外の安全認証機関等におけるインターンシップ等を実施するなどの特徴を有している。次にカリキュラムの特徴及びカリキュラムを示す。

＜長岡技術科学大学のカリキュラムの特徴＞

(1) システム安全の考え方と実務のための基礎が身に付くよう、基礎科目を設け、経営・政策、リスクベース、マネジメント技術、安全規格、安全設計、認証システム等に関する基礎知識を習得させる。
(2) 実務能力涵養のため、ケーススタディを含めた、リスクアセスメント実習、規格立案書・安全設計立案書作成演習、安全認証演習、組織安全管理演習を実施する。
(3) 各技術分野の安全に関する専門知識を身につけるための応用科目を設ける。

(4) 実務能力と国際感覚を身に着けるために、海外(国内)の安全認証機関、安全技術者養成機関等で、インターンシップを行う。

(5) システム安全に係わる特定のテーマでプロジェクト研究を行い、システム安全に関する体系的な知識と理解を深める。

表 3.2-8　長岡技術科学大学「技術経営研究科システム安全専攻」カリキュラム一覧

	授業科目		単位
必修科目 6科目 12 単位	システム安全基礎演習 第Ⅰ		1
	システム安全基礎演習 第Ⅱ		1
	システム安全基礎演習 第Ⅲ		1
	システム安全基礎演習 第Ⅳ		1
	システム安全実務演習 第Ⅰ		4
	システム安全実務演習 第Ⅱ		4
基礎科目 選択必修 10 科目 20 単位以上 6 分野から 各 1 科目必修	経営･政策	技術経営論	2
		産業技術政策論	2
	リスクベース	リスク評価	2
		リスクマネジメント	2
	マネジメント技術	安全マネジメント	2
		組織安全管理	2
	安全規格	国際標準と安全性評価	2
		国際規格と安全技術	2
	安全設計	安全論理学	2
		産業機器安全設計	2
	認証システム	技術者倫理	2
		安全認証	2
応用科目 7科目 14 単位以上	社会科学	経営学特論	2
		情報セキュリティ管理論	2
		国際経済法	2
	安全社会学	産業安全行政	2
		技術と知的財産	2
		技術と法	2
	危険源別の安全技術	人間工学	2
		火災と爆発	2
		電磁波とノイズ	2
		騒音と振動	2
	診断／評価に関する技術	事故解析･寿命評価	2
		非破壊診断	2
	分野別の安全技術	産業システム	2
		情報システム	2
		通信システム	2
		医療安全	2
		ロボット	2
		昇降機･電力エネルギー機器	2

資料[5]:長岡技術科学大学専門職大学院 HP
(http://mcweb.nagaokaut.ac.jp/system-safety/)

次に、長岡技術科学大学が想定する、同大学院修了後に活躍が予想される業務等を示す。国際安全規格等を重視したカリキュラムに即して、認証取得や安全設計等に係わる職種が想定されている。

表 3.2-9　長岡技術科学大学「技術経営研究科システム安全専攻」
修了後の活躍分野（想定される具体的業務）一覧

分野	具体的業務の事例	根拠法令・国際規格等
安全認証	【メーカ】 〇各種国内安全規格に基づく製品の自己認証業務及び認証取得 〇海外安全規格に基づく輸出製品の自己認証業務及び認証取得 【安全検査認証機関】 〇内外の製品安全規格に基づく製品の認証業務 〇検査認証機関としての認定取得	〇労働安全衛生法及び関連規則 〇ISO 12100 等の国際安全規格 〇JIS B 9700 等の国内安全規格 〇ISO/IEC Guide 25「試験所・校正機関 一般要求事項」 〇ISO/IEC 17025（JIS Q 17025） 〇日本工業標準化法に基づく JIS 認証審査 機関としての認定取得
安全規格 安全設計	【メーカ】 〇ロボット、医療機器、情報電子機器等の各種新規製品分野の開拓に際して、国際的な基本安全規格、グループ安全規格に準拠した製品別安全規格の開発及び国際提案 〇新規製品の開発業務における安全面からの検討･点検 〇製品事故等があった場合における事故原因の究明	〇ISO14121（=欧州規格 EN 1050：リスクアセスメント） 〇ISO12100（=欧州規格 EN 292：機械の安全性（基本概念・設計原則）） 〇JIS B 9700 〇ISO/IEC Guide 51
安全管理	【メーカ】 〇社内における安全管理体制の設計・構築 【コンサルティング】 〇安全管理体制の設計・構築に関するコンサルティング業務	〇労働安全衛生法及び関連規則 〇各種安全マネジメントガイドライン

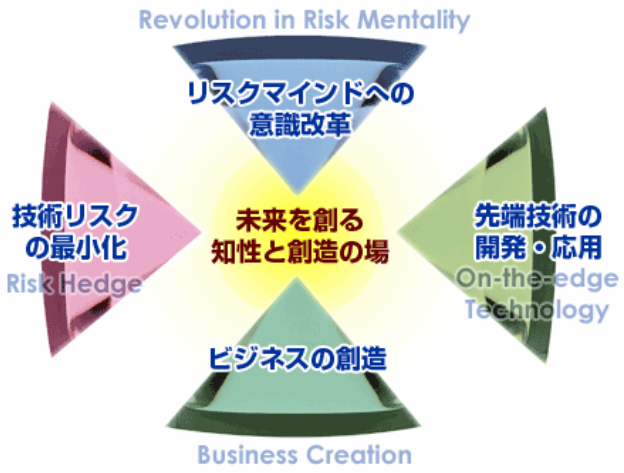
資料[5]：長岡技術科学大学専門職大学院 HP
（http://mcweb.nagaokaut.ac.jp/system-safety/）

(5)　東京農工大学 大学院 技術経営研究科 技術リスクマネジメント専攻

東京農工大学大学院技術経営研究科（農工大 MOT）は、先端技術の事業化リスクなど、起業や企業経営に重大な影響を及ぼす技術リスクを理解し、最小化できる人材の育成を目指し、平成 17 年 4 月に設置された。

企業には、経営戦略を策定するプロセスや組織に内在するリスク、そして、個々の製品開発プロセスにおいて組み込まれてしまうリスクなどが存在する。企業がリスクに対処し正常に事業展開するためには、リスクを事前に予測することや、予測されるリスクを最小化する手法が確立される必要がある。

東工大 MOT では、事業経営に伴う技術リスクをいかにして経営者のコントロール下に置き、最小化していくかという観点でカリキュラムを編成し、先端技術の事業化を担うマネージャーの育成を目指している。



資料[6]：東京農工大学大学院 HP
（http://www.tuat.ac.jp/~rmmot/about/index.html）

図 3.2-8 東京農工大学大学院 技術経営研究科 技術リスクマネジメント専攻の目的（イメージ）

農工大 MOT では、次のような人材を育成することを想定し、カリキュラム編成を行っている。

表 3.2-10 東京農工大学大学院 技術経営研究科 技術リスクマネジメント専攻が育成を目指す人材

・先端技術企業における経営者や技術・工場部門の管理者 ・研究・技術開発マネージャー ・官公庁、独立行政法人における技術専門家 ・ベンチャー企業の経営者、技術担当役員 ・技術コンサルタント

カリキュラムの特徴として、一般の技術経営研究科と同様の経営基礎や経営戦略分野に、技術リスク全般を学ぶ技術管理科目が加えられている点があげられる。

また、従来の大学院における修士論文の作成に代えて、修得した技術経営戦略策定の知見とスキルに基づいて、ビジネスプランを含めたプロジェクト研究を行うことも特徴の1つである。

表 3.2-11 東京農工大学大学院 技術経営研究科 技術リスクマネジメント専攻のカリキュラム

科目区分（科目数）	分野（科目数）	修了要件	修了要件
基礎科目（8）	技術リスク理解基礎（3） 経営基礎（5）	4 科目 8 単位以上	本研究科を修了するには、2 年以上在学し、左記の修了要件を満たして 46 単位以上を修得する必要がある。修士論文に代えてプロジェクト研究が必修。
応用科目（49）	経営戦略分野（12） 先端産業創出分野（15） 技術管理分野（13） 知的財産・工業標準分野（9）	2 科目 4 単位以上 3 科目 6 単位以上 3 科目 6 単位以上 2 科目 4 単位以上	
プロジェクト研究（4）	インターンシップ（選択必修） フィールドスタディ（選択必修） ケーススタディ（必修） ビジネスプラン（必修）	3 科目 14 単位以上	

資料[6]：東京農工大学大学院 HP
（http://www.tuat.ac.jp/~rmmot/about/index.html）

表 3.2-12 東京農工大学大学院 技術経営研究科 技術リスクマネジメント専攻の教育方法

教育方法	概要
インターンシップ	学生ごとまたはグループで、企業等に滞在し、当該企業での実際を体得し、MOT で修得する知識と経験をもとに、そこでの課題レポートをまとめ、実践的能力を涵養する。
フィールドスタディ	フィールド調査を行い、実践的能力を涵養する。 調査内容：市場・産業動向・産学連携実態　等派遣先 ＊国内の他、東南アジア等の海外も含む。
ケーススタディ	当該企業等の技術経営とリスクマネジメントの実態を調査・分析し、海外・同業他社等との競合比較を行って、当該企業のあるべキ姿をリスクマネジメントの視点から、レポートにまとめる。
ビジネスプラン	特定の技術または製品のビジネス化を想定して、開発に向けたコアテクノロジー、開発体制、開発資金、市場性、開発とビジネス化に伴うリスクとその回避策を、レポートにまとめる。

資料：同上

表 3.2-13 東京農工大学大学院 技術経営研究科 技術リスクマネジメント専攻のカリキュラム(1/2)

区分		授業科目
基礎科目	技術リスク理解基礎	確率･統計
		リスク評価
		ヒューマンエラー
	経営基礎	財務会計学
		原価計算学
		企業経営論
		企業法務
		問題解決方法論
応用科目	技術管理分野	技術革新論
		化学物質管理学
		生命倫理学
		サプライチェーンマネジメント学
		ライフサイクルエンジニアリング学
		デザインレビュー学
		総合品質保証論
		情報セキュリティ学
		先端生産システム学
		工場安全管理学
		環境管理学
		中小企業技術管理論
		技術管理特論
	先端産業創出分野	先端機械ビジネス論
		先端機械技術開発論
		先端情報ビジネス学
		先端情報システム構築論
		情報通信システム暗号認証論
		高セキュア情報システム管理論
		バイオツールビジネス論
		バイオ診断技術開発学
		ナノバイオテクノロジー学
		材料ビジネス論
		ナノマテリアル開発論
		環境産業ビジネス論
		環境産業技術開発論
		先端バイオ産業技術論
		先端産業創出特論
	知的財産･工業標準分野	標準化戦略論
		知的財産管理学
		知的財産防衛論
		先端機械知財戦略論
		情報システム知財戦略論
		バイオテクノロジー知財戦略論
		環境技術知財戦略論
		工業技術標準
		知的財産･工業標準特論

資料[6]：東京農工大学大学院 HP,（http://www.tuat.ac.jp/~rmmot/about/index.html）

表 3.2-14 東京農工大学大学院 技術経営研究科 技術リスクマネジメント専攻のカリキュラム(1/2)

区分		授業科目
応用科目	経営戦略分野	企業倫理学
		経営戦略論
		企業組織論
		技術開発管理学
		事業化プロセス学
		企業競争力評価論
		マーケティング戦略論
		ベンチャービジネス戦略論
		技術ビジネス化論
		技術経営コミュニケーション論
		イノベーション論
		経営戦略特論
プロジェクト研究		技術経営インターンシップ
		技術経営フィールドスタディ
		技術経営ケーススタディ
		技術経営ビジネスプラン

資料[6]:東京農工大学大学院 HP,(http://www.tuat.ac.jp/~rmmot/about/index.html)

表 3.2-15 東京農工大学大学院 技術経営研究科 技術リスクマネジメント専攻 キャリアに沿った履修モデル

	先端機械産業分野	情報産業分野	バイオ産業分野	環境・材料分野
基礎科目	企業経営論 リスク評価 ヒューマンエラー 財務会計学 企業法務 確率・統計 原価計算学			
技術管理科目	先端生産システム学 デザインレビュー学 ライフサイクルエンジニアリング学 サプライチェーンマネジメント学	技術革新論 総合品質保証論 情報セキュリティ学 サプライチェーンマネジメント学	技術革新論 化学物質管理学 生命倫理学 ライフサイクルエンジニアリング学	化学物質管理学 工場安全管理学 環境管理学 ライフサイクルエンジニアリング学
先端産業創出分野	先端機械ビジネス論 先端機械技術開発論 先端情報ビジネス学 材料ビジネス論	先端情報ビジネス学 先端情報システム構築論 情報通信システム暗号認証論 高セキュア情報システム管理論	バイオツールビジネス論 バイオ診断技術開発学 ナノバイオテクノロジー学 ナノマテリアル開発論	環境産業ビジネス論 環境産業技術開発論 ナノマテリアル開発論 材料ビジネス論
知的財産・工業標準分野	先端機械知財戦略論 知的財産防衛論 工業技術標準	情報システム知財戦略論 知的財産管理学 標準化戦略論	バイオテクノロジー知財戦略論 知的財産管理学 知的財産防衛論	環境技術知財戦略論 知的財産管理学 知的財産防衛論
経営戦略分野	企業倫理学 技術開発管理学 事業化プロセス学 企業競争力評価論 マーケティング戦略論 ベンチャービジネス戦略論 企業組織論 経営戦略論			
プロジェクト研究	技術経営インターンシップ 技術経営フィールドスタディ 技術経営ケーススタディ 技術経営ビジネスプラン			

資料:同上

(6)　千葉科学大学 危機管理学部

千葉科学大学は、平成16年4月薬学部と危機管理学部から開学された。我が国で初めて設置された危機管理学部では、防災や環境の面から暮らしの安全を守る学問領域を開拓している。

近年の社会では科学技術の発展と国際化に比例して事故、災害、犯罪、地球環境汚染等の生活の安全を脅かす事態が多発するようになっている。これらの災害等を予測すること、未然に防止すること、さらに緊急事態に的確に対処することは最大の課題ともなってきている。

危機管理に関連する教育研究には、これまでも工学部、生産管理学部、社会学部等においてその一部が独自に扱われている。しかし、近年の高度に発展し複雑化した社会においては、緊急時に発生する事態は極めて多様化し、様々な事象に同時に対処する必要がある。千葉科学大学は、危機管理を総合的かつ体系的に整理し、学問体系として確立し、その専門教育を行って社会のニーズに応えることを目指して、危機管理学部を設置した。

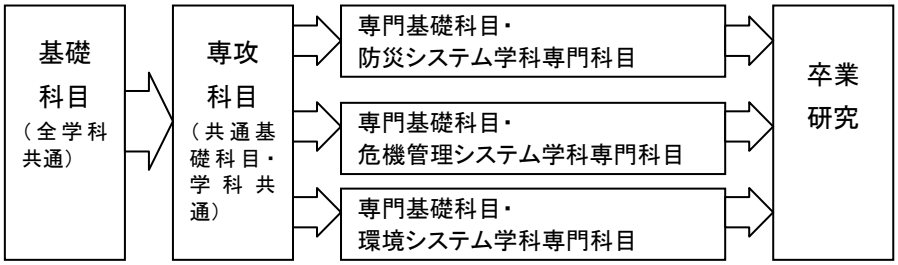
危機管理学部では、「防災システム学科」、「環境安全システム学科」および「危機管理システム学科」の 3 学科が互いに連携して教育・研究にあたることにより、様々な危機およびその管理に関連する諸学問領域を総合して新しい教育・研究システムを構築する。また、危機管理に関する諸問題を色々な分野から解決する糸口を見いだし、その対策を講じて快適な社会作りに貢献できる人材を育成することを目指す。

表 3.2-16　千葉科学大学 危機管理学部の教育方法

学科	概要	キーワード
防災システム学科	・防災システム学科は「災害を未然に防げるよう、災害の発生原因と大災害につながるメカニズムを明らかにすること」に取り組んでいる。また「万一災害が発生した場合に、被害を最小限に抑えるためのシステム創り」に取り組んでいる。	「人・モノの安全追求」 ・火災及び爆発 ・風水害、地震 ・建築構造物破壊 ・交通災害 ・航空機災害
環境安全システム学科	地球環境に関する次のような諸課題に取り組む。 ・温室効果ガスの削減と省エネによる地球温暖化の防止対策 ・リサイクルの徹底による資源枯渇の対策 ・有害化学物質による環境汚染への対応 ・生命科学と食品における環境関連の課題	「未来の地球を守る」 ・空気環境、水環境 ・土壌、地表環境 ・生活・生命環境 ・資源・廃棄物、化学環境
危機管理システム学科	社会危機に立ち向かうために必要となる研究を行うと同時に、危機対策のためのシステム開発や災害防止計画の策定を行うことのできる人材の育成を目的としている。	「安心できる社会を目指す」 ・国際危機、経済危機 ・防災 ・危機情報、企業危機

資料[7]：千葉科学大学危機管理学部 HP
（http://www.cis.ac.jp/introduction/tokusyoku/kikikanri/index.html）

千葉科学大学危機管理学部のカリキュラムは、全学共通の基礎科目、専攻科目として学部共通の共通基礎科目、各学科の基礎科目と専門科目から構成されている。1 年次を中心に全学共通の基礎科目及び、共通基礎科目において危機管理の基本的な素養を身につける。2 年次以降では、各学科の専門科目を学び、専門知識を学習する。なお、希望する学生には様々な資格を取得することの出来る科目が開講されている。例えば、災害時に活躍する救急救命活動では救急救命の専門的知識の他、災害の背景となる火災や事故の原因、そして毒物や薬物の性質を正しく理解することにより、的確な救急救命活動を実践できる技術者を養成する。



資料[7]：千葉科学大学危機管理学部 HP
（http://www.cis.ac.jp/introduction/tokusyoku/kikikanri/index.html）

図 3.2-9 千葉科学大学 危機管理学部の教育方法

3.2.3　国内大学安全学プログラムの比較

(1)　各大学プログラムの特徴比較

次に、調査対象の 6 大学のプログラムの特徴を示す。広く社会人を対象にした東京大学の例と大学院生や学士を対象として他の 5 大学では、専門性の面では異なる。また、教育範囲においては部分的に特化した内容に焦点をあてたプログラムと総合的な内容を対象としているものに分けられる。

表 3.2-17　国内 6 大学のプログラムの特徴

	東京大学	横浜国立大学（大学院）	筑波大学（大学院）	長岡技術科学大学（大学院）	東京農工大学（大学院）	千葉科学大学
対象	産官学の各分野で安全・安心業務に携わる社会人等	リスクマネジメントに関連する分野を志向する同大学大学院生	大学卒業レベル	大学卒業レベル	大学卒業レベル	高等学校卒業レベル
修了時に得られる資格	公的資格はなし	ユニット修了証 （修士号は所属の研究科・学府より授与される）	社会工学(修士、博士) 工学（修士、博士）	システム安全修士 （専門職）	技術経営修士 （専門職）	学士
教育範囲	総合的 （社会学系分野に特化）	総合的 （基礎的要素は他学部で習得を条件）	部分的 （情報リスク、巨大リスク等に特化）	総合的	総合的	基礎的 総合的
修了後の進路	・各分野における安全・安心分野に関する業務	情報・通信関連企業等「リスクマネージャー」 化学系製造業等「セーフティエンジニア」 環境系産業「リスクコンサルタント」	各分野のリスク・安全に関するプロジェクトマネージャー	<メーカ勤務の場合> 製品の自己認証業務及び認証取得業務 新規製品開発時の安全アドバイザー 製品事故等時の原因究明	・先端技術企業経営者、技術・工場部門の管理者 ・研究、技術開発マネージャー ・技術コンサルタント	

(2)　各プログラムにおけるシラバスの比較

次に、調査対象のうち、主に社会とのコミュニケーションを対象とした東京大学以外の5大学のカリキュラムについて、安全工学に関連する部分を抽出し、分類した。大分類としては「社会」、「工学」、「基礎知識」、「経営」、「リスク研究」、「各種のリスク」、「知財・法律」、「金融・経済」等に分類される。（表　3.2-18～表　3.2-20）

表 3.2-18 国内 5 大学のカリキュラムの比較(1/4)

	横浜国立大学【大学院】		筑波大学【大学院】	長岡技術科学大学【大学院】		東京農工大【大学院】		千葉科学大学　危機管理学部	
【社会】									
安全学概論	教育・RM	安心・安全文化教育論							
社会学	工学・RM	安心感の心理・社会的基盤						基礎	社会心理学
リスク・コミュニケーション	RM	リスクの分析とコミュニケーション				経営戦略	技術経営コミュニケーション論	共通	マスメディア論
	RM	リスクコミュニケーション WS						共通	ディベート
心理学								基礎	心理学（発達、臨床、人格）
								基礎	カウンセリング
倫理	工学・RM	リスクマネジメントのための技術者倫理A，B		認証システム	技術者倫理	経営戦略	企業倫理学		
				安全設計	安全論理学	技術管理	生命倫理学		
【工学】									
工学基礎	工学	信頼性工学	システム信頼性特論		システム安全基礎演習				
	工学	機器信頼性工学			システム安全実務演習				
工学基礎・設計				安全設計	安全論理学				
リスク工学	工学	材料組織制御学	リスク工学特別研究 I／II、演習						
			リスク工学特別講義 I／II						
リスクアセスメント	工学・RM	実践的災害リスクアセスメント論		リスクベース	リスク評価	技術リスク	リスク評価		
						技術管理	デザインレビュー学		
リスク管理	工学・RM	リスクマネジメントと社会技術		リスクベース	リスクマネジメント			共通	危機管理システムの科学
	工学	危機管理論		マネジメント	安全マネジメント			基礎	危機管理システム学
								基礎	リスクマネジメント特論
								基礎	危機管理システム学演習
人間工学	社会学	人間科学特論	リスク認知論	安全技術	人間工学	技術リスク	ヒューマンエラー	共通	人間行動学
	社会学	リスク管理におけるヒューマンファクターズ						基礎	リスク認知論
								基礎	意思決定の科学
								基礎	緊急時心理学

表 3.2-19　国内 5 大学のカリキュラムの比較(2/4)

	横浜国立大学【大学院】		筑波大学【大学院】	長岡技術科学大学【大学院】		東京農工大【大学院】		千葉科学大学　危機管理学部	
【基礎知識】									
数学・確率			確率システム論			技術リスク	確率・統計	基礎	統計学
工学基礎	工学	エネルギー変換材料論							
	工学	エネルギー物質論							
【経営】									
経営・管理	社会学	経営組織特論		経営・政策	技術経営論	経営基礎	企業経営論	経済	経営と組織
	社会学	企業と社会特論		マネジメント技術	組織安全管理	経営基礎	問題解決方法論	企業	企業安全管理
				社会科学	経営学特論	技術管理	中小企業技術管理論		
						技術管理	技術管理特論		
経営工学	社会学	生産システム特論				技術管理	先端生産システム学	経済	流通・販売管理論
						技術管理	サプライチェーンマネジメント学	経済	企業財務論
								企業	生産管理論
経営戦略	社会学	ビジネス・モデリング特論				技術管理	経営戦略論 、特論		
						技術管理	企業組織論		
						技術管理	技術開発管理学		
						技術管理	事業化プロセス学		
						技術管理	企業競争力評価論		
						技術管理	マーケティング戦略		
						技術管理	ベンチャービジネス戦略論		
						技術管理	技術ビジネス化論		
						技術管理	イノベーション論		
産業安全	工学・RM	産業と安全		安全設計	産業機器安全設計	技術管理	ライフサイクルエンジニアリング学		
				安全社会学	産業安全行政	技術管理	工場安全管理学		
				経営・政策	産業技術政策論				
				安全技術	産業システム				
				安全技術	医療安全				
【リスク研究】									
事故調査								基礎	事故調査方法論
リスク研究			ソフトコンピューティング基礎論 I／II	診断／評価	事故解析・寿命評価				
			ソフトコンピューティング基礎論演習	診断／評価	非破壊診断				
			ソフトデータ解析						
			構造リスク解析特論						
【各種リスク】									
防災	工学	火災現象論		安全技術	火災と爆発			防災	自然災害
	工学	防災システム論						防災	災害調査・災害復興計画
								防災	自然災害対策論
								防災	緊急支援システム論

表 3.2-20　国内 5 大学のプログラムの比較(3/4)

	横浜国立大学【大学院】		筑波大学【大学院】	長岡技術科学大学【大学院】		東京農工大【大学院】		千葉科学大学　危機管理学部	
工学基礎・火災								共通	防災システムの科学
都市リスク	工学	都市住居環境論	都市リスク管理特論					防災	ハザードマップ作成論
	環境情報	都市環境計画論	都市機能リスク論						
			都市構造システム論						
			都市リスク分析演習						
環境リスク	工学	環境安全システム工学				技術管理	環境管理学	基礎	環境安全システムの科学
	環境情報	社会とエコシステムマネジメント						企業	安全環境管理システム
	環境情報	技術革新と社会制度							
	環境情報	植生環境管理学							
	環境情報	環境リスクの国際社会規制論		安全技術	電磁波とノイズ	先端産業創出	環境産業ビジネス論	社会	リサイクルシステム
	環境情報	環境動態解析		安全技術	騒音と振動	先端産業創出	環境産業技術開発論	社会	循環型社会論
	環境情報	環境リスクマネジメント						社会	環境管理法体系
	環境情報	環境疫学概論						防災	環境アセスメント
情報セキュリティ	環境情報	暗号と情報セキュリティ	離散数学と暗号	安全技術	情報システム	技術管理分野	情報セキュリティ学	情報	情報危機
	社会学	経営情報特論	認証処理特論	安全技術	通信システム	先端産業創出	情報通信システム暗号認証論	情報	システム管理
			現代情報理論とネットワーク	社会科学	情報セキュリティ管理論	先端産業創出	高セキュア情報システム管理論	情報	セキュリティ論
			ネットワークセキュリティー特論 I／II						
エネルギーリスク			エネルギー安全工学特論						
			エネルギーリスク評価・解析演習						
化学物質	工学	物質安全管理学				技術管理	化学物質管理学	基礎	危険物質の科学
	環境情報	化学物質の生物・生態リスクマネジメント						基礎	熱エネルギーの科学
放射線								企業	放射線管理及び原子力の安全
新分野リスク				安全技術	ロボット				
				安全技術	昇降機・電力エネルギー機器				

表 3.2-21　国内 5 大学のプログラムの比較(4/4)

	横浜国立大学【大学院】		筑波大学【大学院】	長岡技術科学大学【大学院】		東京農工大【大学院】		千葉科学大学　危機管理学部	
先端ビジネスリスク	社会学	ビジネス・モデリング特論				先端産業創出	先端機械技術開発／ビジネス論	基礎	宇宙開発システム工学
	工学	材料組織制御学				先端産業創出	先端情報システム構築論／ビジネス学		
	工学	高速現象論				先端産業創出	バイオビジネス論／バイオ技術開発学		
						先端産業創出	先端バイオ産業技術論		
						先端産業創出	ナノバイオテクノロジー学		
						先端産業創出	材料ビジネス論		
						先端産業創出	ナノマテリアル開発論		
						技術管理	技術革新論		
【知財・法律】									
標準化			異種情報統合論	安全規格	国際標準と安全性評価	知財･標準	標準化戦略論		
				安全規格	国際規格と安全技術	技術管理	総合品質保証論		
認証				認証システム	安全認証				
知財				安全社会学	技術と知的財産	知財･標準	知的財産管理学		
						知財･標準	知的財産防衛論		
						知財･標準	先端機械知財戦略		
						知財･標準	情報システム知財戦略論		
						知財･標準	バイオテクノロジー知財戦略論		
						知財･標準	環境技術知財戦略		
						知財･標準	工業技術標準		
						知財･標準	知的財産・工業標準特論		
法律	社会学	環境法		安全社会学	技術と法	経営基礎	企業法務		
	社会学	社会保障法		社会科学	国際経済法	経営基礎	財務会計・原価計算		
国際								国際	国際経済論
								国際	危機管理国際関係論
法体系								法律	危機管理法体系
								法律	環境関連の法律
								法律	製造物責任

安全学をカリキュラム化している国内大学の事例をまとめると、安全工学/リスク工学を中心として、分野別リスクに重点を置くプログラムと関連領域に重点を置くプログラムなどに分かれているが、概ね次のような体系に集約できる。

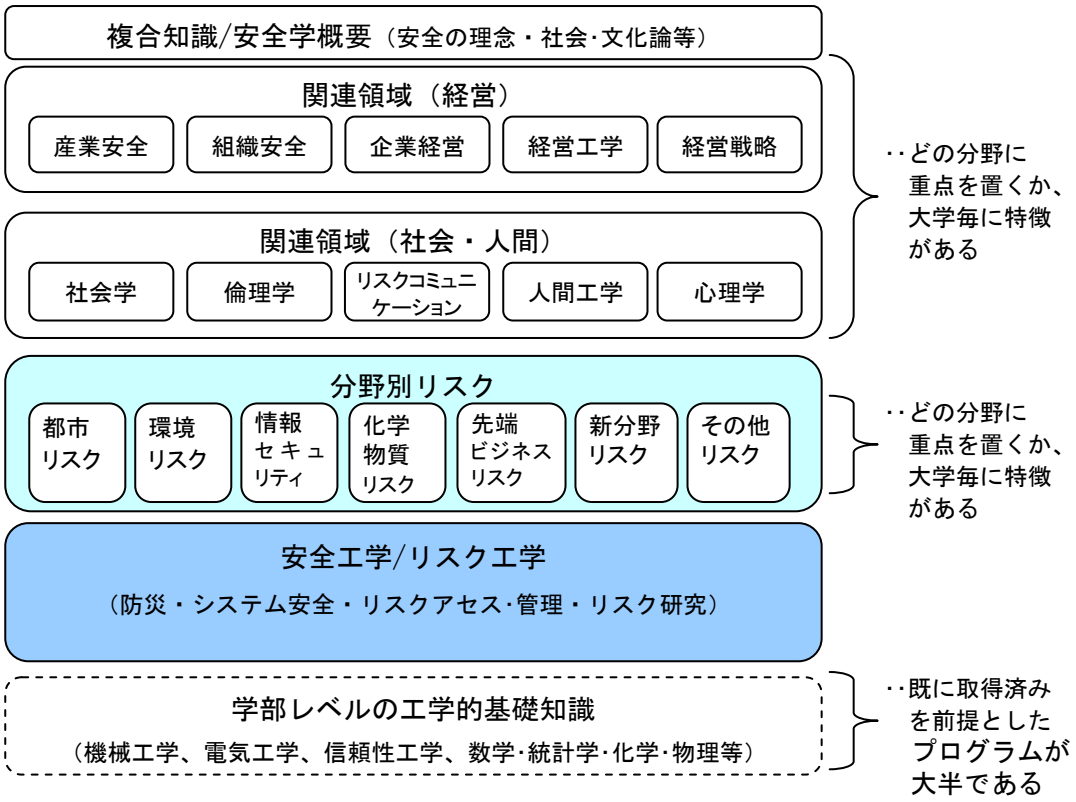


図 3.2-10 国内安全学関連 カリキュラムの構成（イメージ）

3.3 海外の安全教育プログラム

3.3.1 調査概要

アメリカ、イギリス、ドイツにおける、安全専門職に関する実態を調査する。

アメリカにおいては、企業の安全性を確保するために、それを専門とする「安全専門職」が確立されている。安全専門職が確立されている背景には、安全専門家の資格を認定する制度が確立しているとともに、各資格に求められる要件やそのための教育内容等が充実している。アメリカの安全専門家(CSP:Certified Safety Professional 認定安全専門家)に関する制度及び必要とされる要件等を整理することで、必要とされる教育プログラム(カリキュラム)を検討することとする。

イギリスでは、第三者認証機関が適合性評価認証を提供できることを目的とした CASS (Conformity Assessment of Safety-related System)認証制度がある。CASS 認証制度により、機能安全の領域において、アセスメントを実施するアセッサー (審査員)とういう機械安全技術者の一団が形成されている。我が国の機械安全技術者育成の教育プログラムの検討を進める上で参考になると思われるため、CASS アセッサーの職務、コンピテンシー、活躍する場面について紹介する。

3.3.2 アメリカ:安全専門家のキャリアガイド

American Society of Safety Engineers Foundation(米国安全性工学協会ファウンデーション)及び Board of Certified Safety Professionals(公認安全専門家委員会)によって、安全専門家を目指す人を対象として、キャリアガイドが作成されている。

その中で、安全専門職の業務内容、安全専門職になるための教育内容、安全専門家のプロフィール等が紹介されている。

本プロジェクトで育成をする安全専門職の職業像及び安全専門職になるための教育内容に参考となる、安全専門職の職務や業務分野、教育内容を中心に整理する。

資料[8]:http://www.bcsp.org/bcsp/images/stories/pdf/exam_guide/exam_guide.pdf

(1) 安全専門家の職務

安全専門家の職務は、次のとおり多岐に渡った内容が想定されている。

表 3.3-1　安全専門家の職務

業務	概要
危険要因の識別	怪我、病気または物的損害の原因となった可能性のある状況または行為を識別すること
検査／監査	機器、材料、プロセス、施設または能力に関連した安全および健康上のリスクを評価すること
防火	検査、施設とプロセスのレイアウト、および火災感知・消火システムの設計により火災の危険要因を減らすこと
法規制の順守	強制的な安全衛生基準が満たされていることを確実にすること
衛生危険要因管理	害を作り出す可能性のある騒音、化学物質への暴露、放射線または生物学的危険要因などの危険要因を管理すること
人間工学	人間の生理学的および心理学的特徴、能力および限界についての知識に基づいて職場を改善すること
危険物管理	危険な化学物質および他の製品が、火災、それらの物質への暴露、またはそれらの物質から出る害を防ぐ方法で調達、保管および処分されていることを確実にすること
環境保護	有害物質の大気、水または土壌中への望ましくない放出をもたらす可能性のある危険要因を管理すること
訓練	従業員および管理者に対して、危険要因を認識し、作業を安全で効率的に行うために必要な知識および技能を提供すること
事故および事件の調査	事故や事件に関連した事実を、目撃者との面談、現場検査および他の証拠の収集に基づいて割り出すこと。
経営管理者へのアドバイス	管理者が安全目標を設定し、その目標を達成するためのプログラムを計画し、また安全を企業風土に組み込む手助けを行うこと
記録を取ること	政府の要求事項を満たすために、また問題解決と意思決定のためのデータを提供するために安全衛生の情報を保持すること
評価を行うこと	現行の安全衛生に関連したプログラムおよび活動の有効性を判断すること
緊急事態対応	火災、事故および他の災害などの緊急事態に関連して熟練した従業員を組織、訓練および調整すること
安全プログラムの管理	組織における安全目標を達成するための活動や危険要因を排除または軽減する経営上または技術的な管理を実施するための活動の実施の計画、組織、予算化および追跡を行うこと

資料[8]：http://www.bcsp.org/bcsp/images/stories/pdf/exam_guide/exam_guide.pdf

(2)　安全専門家の業務分野と要件

安全専門家の業務分野及び業務内容は次表に示すように多岐に渡っている。必要となる知識についても、広範な知識・能力及びライセンスを必要とされる分野とライセンス等を必要としない分野が混在する。

安全専門家の育成を目標とする場合、どのような業務分野に従事する専門家を想定して育成するか、ターゲット像をより明確にする必要があると考えられる。

次に、現在安全専門職が実際に仕事を行っている分野、及び想定される業務内容を示す。

表 3.3-2　安全専門家の職業分野及び必要となる知識・能力

業務分野	業務内容	必要となる知識・能力
産業安全	大型プラントや産業施設内の製造及び生産工程において危険要因を認識・分析・評価し、危険回避計画を作成する。計画についての経営管理者へのアドバイス、従業員への説明。	・衛生、安全及び防火規則に関する知識 ・コミュニケーション能力
産業衛生	保険状の危険要因の認識・分析・評価及び管理。過度の曝露を管理するために危険要因の除去、プロセスの変更、個人用保護具の使用等の検討。	・エンジニアリング、物理学、化学、生物学、安全科学の知識（学位程度） ・ライセンスは必要とされないが、「認定産業衛生士」（CIH）を保持する場合が多い。
環境安全	・一般大衆に悪影響を与えたり、環境に損傷を与える恐れのある物質の放出の排除、又はリサイクル等。 ・産業部門／政府部門：特定施設・組織のための OSHA 基準、運輸省（DOT）、環境保護庁（EPA)の法律遵守等のための業務を行う。 ・コンサルティング：設計工学会社に勤務し、クライアントに対して衛生安全サービスを提供する。	・OSHA 基準、安全規則に関する知識、危険要因と管理に関する理解力 ・包括的環境対処、保証、責任法（CERCLA)、資源保全回収法（RCRA)、有害物質規制法（TSCA）などの環境法規に関する実際上の知識 ・認定産業衛生士（CIH）や公認安全専門家（CSP）等の職業証明の取得を持つことが望ましい
防火エンジニアリング	・建物や工業団地の火災安全評価を行い、火災損失リスクとそれを防ぐ方法を検討する。 ・火災や爆発を自動的に検知して鎮圧するシステム、火災警報器、排煙装置、非常灯、通信システム、出口システムを設計する。 ・材料や消費者製品の調査、火災と煙の挙動についてのコンピュータモデリングを行う。	・防火または防火エンジニアリングの学位（学士、修士、博士レベル）
人間工学	・仕事の要求を作業者の能力、限界及び予想に合わせるために作業環境（施設、機械、家具、機器、作業台、道具及び作業方法）を設計する。間違い、事故、怪我又は危害を防ぐために機器や作業を設計する。	・心理学、エンジニアリング、設計の知識 ・安全科学の知識
システム安全	・一般的に大規模新技術プログラム（航空宇宙、軍事、医療、先進科学、ハイテクなど）の分野の安全管理。 ・人間または機械故障に関連した危険要因を識別する設計コンセプトを検討する。	・システム・分析方法の知識、危険要因認識、評価、管理の知識（ex.予備的危険要因解析（PHA）、故障モード影響解析（FMEA）、故障系統図解析（FTA)、危険要因と実現可能性調査（HAZOPS）など） ・機械設備、電気設備、電子設備、コンピュータハードウェア、ソフトウェア、科学プロセス、管理方法・手順、メンテナンス等の知識、現場実績。

資料[8]：http://www.bcsp.org/bcsp/images/stories/pdf/exam_guide/exam_guide.pdf

表 3.3-3　安全専門家の職業分野及び必要となる知識・能力

業務分野	業務内容	必要となる知識・能力
リスクマネジメント	・企業の損失の可能性と規模を小さくする。	・基本的技能：コミュニケーション、分析、問題解決、マネジメント、リーダーシップ ・保険の基本、リスクファイナンシングのメカニズムに関する知識。 ・安全衛生、会計、経済学、エンジニアリング、財務、法律、マネジメント、政治経済。 ・経営管理学の修士（MBA）、リスクマネジメント準学士(ARM)等の称号取得が望まれる。
損失管理	・保険契約者に安全コンサルティングサービスを提供する。危険要因への暴露を識別・評価、管理する計画を策定すること、フォローアップする。	・安全訓練、産業衛生サービス、安全プログラムの開発と評価、人間工学、建設安全、製品安全、環境安全、フリート（保有車両）安全、火災検査、事故調査など。
化学プロセス安全	・化学プロセスを分析して事故の潜在的可能性を識別する。従業員に対して危険要因の認識、事故の防御、対応について訓練する。	・化学、薬学、生物学など ・リスクマネジメント
建設安全	・建設現場において、多用な衛生安全状の危険要因及び火災危険要因を認識して管理する。	・安全分野の学位かつ総合的建設管理過程の修了（又は建設経験）
施設安全管理	・病院、強制施設（刑務所等）、大学、研究施設等の組織における危険要因管理を行う。	・産業安全、火災安全、産業衛生、化学安全、放射線安全、人間工学など、真のゼネラリストとしての経歴 ・CSP 取得が望まれる。
輸送安全	・各輸送形態に関連した企業（航空、鉄道、トラック輸送、オイル・ガスパイプラインなど）等における安全対策のための業務。 ・輸送事故調査	・土木工学、機械工学
安全研究及びリスク評価	・安全科学の学術的研究 ・国立労働安全衛生研究所（NIOSH）、環境保護庁（EPA）など	・安全機器の設計と信頼性、人間工学、火災安全

資料[8]：http://www.bcsp.org/bcsp/images/stories/pdf/exam_guide/exam_guide.pdf

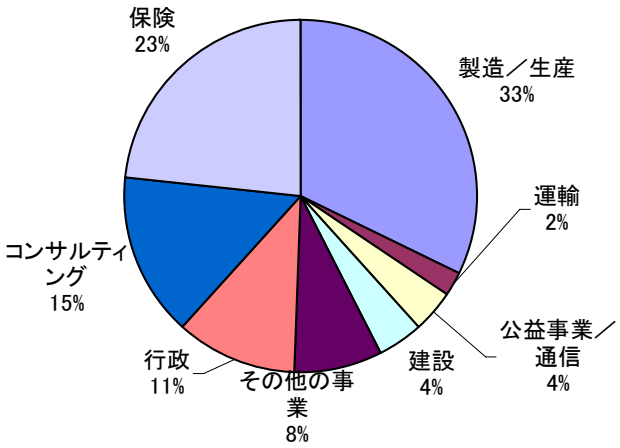


表 3.3-4 安全専門家が仕事を行う産業

資料[8]：http://www.bcsp.org/bcsp/images/stories/pdf/exam_guide/exam_guide.pdf

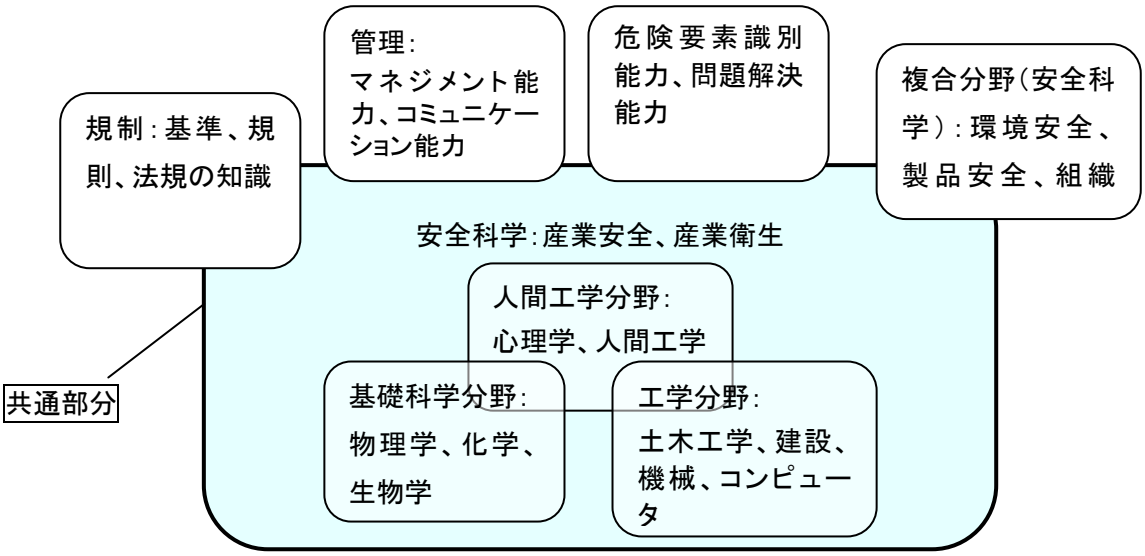
(3) 安全専門家に必要とされる知識と能力

前項で示したとおり、安全専門家の職務は多岐に渡っており、必要とされる知識や能力もその職業分野によって異なる。大きく区分すると以下のような区分に分けられる。

- 基礎科学分野：生物学、化学、物理学
- 工学分野：土木工学、建設、機械、コンピュータ
- 人間工学：心理学、人間工学
- 安全科学：産業安全、産業衛生、火災安全
- 規制：基準、規則、法規
- 複合分野：環境安全、製品安全、組織安全
- 管理：マネジメント能力、コミュニケーション能力
- その他：危険要素識別能力、問題解決能力、現場経験

必要とされる知識と能力は、多岐に渡っているが、特定の職務・業務で必要とされるものと共通する分野があると考えられる。安全分野の教育カリキュラムを作成するためには、共通分野と特定分野を区分けした構成とすることが望ましい。

また、複数の業務分野において、危険要素の識別能力やコミュニケーション能力、問題解決能力など、経験値が必要となる場面が見られる。そのため、カリキュラム作成の際は、演習によって現場経験等を学習する機会を持つことが必要であると考えられる。



資料[8]:http://www.bcsp.org/bcsp/images/stories/pdf/exam_guide/exam_guide.pdf
を参考に作成

表 3.3-5 安全専門家に必要とされる教育分野イメージ

3.3.3 アメリカ:CSP(Certified Safety Professional:認定安全専門家)について

(1) CSP とは

CSP はアメリカの安全専門家の団体 American Society of Safety Engineers(ASSE)に所属し、Board of Certified Safety Professionals(BCSP)によって認定される専門職である。BCSP は ANSI から ISO/IEC 17024:2003(Conformity assessment / General requirements for bodies operating certification of persons 適合性評価－人の認証を実施する機関に対する一般要求事項)に従った要因認証機関としての認定を受けている。

＜CSP の要件＞

- 認定を受けたCSP養成機関(学士過程または修士課程の修了)または他の教育機関の理系の修了(個別)すること
- 5 年以上のフルタイムの実務歴を必要とすること
- 所定の試験に合格すること(試験は多肢選択項目:安全基本に関するもの、包括的な実行に関するものが各々200問)
- 5 年毎に活動状況の審査があり、点数が不足すると失格する(実務従事の他、講習会の参加、論文発表など)

CSP に必要とされる領域は以下の4つである。これらの領域には、安全の基礎と包括的な実行力の2つの観点が含まれている。

表 3.3-6 CSP試験の領域と観点

	Safety Fundamentals (SF)	Comprehensive Practice (CP)
領域Ⅰ 安全，健康及び環境のマネジメント	37%	34%
領域Ⅱ 安全、健康及び環境のエンジニアリング	25%	31%
領域Ⅲ 安全、健康及び環境に関する情報のマネジメントとコミュニケーション	33%	30%
領域Ⅳ 専門家としての行動と倫理	5%	5%
計	100%	100%

(2) CSP に必要とされる責務

次に CSP に必要とされる責務、知識、能力を記載する。知識面のみでなく、次のような人間的な能力が必要とされる点が特徴的であると考えられる。

- コミュニケーション力が重視される
  - 社内の該当する分野の従業員からの情報収集を効率的に行うため
  - 従業員各自の能力を把握し、企業のパフォーマンスを最適化する計画を立案するため
- 組織力の育成に関する視点(チーム編成力など)が必要とされる

これらの能力は、安全専門家が実際に企業で活躍する中から、必要性が認められたものであると考えられる。

表 3.3-7　CSP試験の詳細計画表

領域1: 安全、健康および環境マネジメント	責任1	人、財産、環境を守るために、要求事項を定義し、ポリシー、手続き、およびプログラムを開発することによって、包括的なマネジメントシステムを設計すること
	責任2	人、財産、環境を守るために、マネジメントシステムを通じてポリシー、手続き、およびプログラムを実現すること
	責任3	人、財産、環境の防護において、継続的改善を保証するためにパフォーマンス・インジケータを測り評価することにより、マネジメントシステムの有効性を決定すること
	責任4	人、財産、環境への有害な曝露を除去かつ/あるいは低減するために、ハザード同定とリスク解析の結果を使うことにより、リスクマネジメント戦略を実現すること
	責任5	安全なプロセスの価値を増すための経営資源の効率的使用に向けて、健全なビジネスの実行と経済的原則を適用すること
	責任6	安全なプロセスの系統的な提示と実現において、全てのステイクホルダ(従業員、マネジャー、ベンダー、契約者)が理解し能動的役割を持つことを保証するために、コミュニケーションおよび他の方法を通じて参加を促進し鼓舞すること
領域2: 安全、健康および環境工学	責任1	ハザードを同定し、関連するリスクのアセスメントを行うために、定性的および定量的テクニックを適用することにより、施設、製品、仕事場、およびプロセスを評価すること。
	責任2	安全、健康、および環境のハザードによるリスクを除去あるいは低減するために、設計、エンジニアリング、および仕様決めを通じた制御手段を勧告すること
	責任3	最適なソリューションを達成するために、実現性、信頼性、およびコストを解析することにより、制御手段を評価すること
	責任4	製品、プロセス、および施設の安全を保証するために、適用可能な国内および国際的な法、規制、および標準を同定することにより、法令遵守の認証、登録、承認、認可を得ること
領域3: 安全、健康および環境の情報マネジメントおよびコミュニケーション	責任1	ハザードとその制御手段の理解を促進し、知識を授けるために、学習の目標を確立することによって、効果的な訓練プログラムを開発すること
	責任2	対象とする事項の理解を極大化するために、学習者に適したメディアと方法を使うことによって、効果的な訓練プログラムを手渡すこと
	責任3	訓練が有効であることを保証するために、パフォーマンスアセスメントと様々な形のフィードバックを通じて、訓練プログラムを評価すること
	責任4	従業員、経営層、顧客、契約業者、広報担当、ベンダー、および公衆と効果的にコミュニケートするために、口頭あるいは文書の両方により技術情報をプレゼンテーションすること
	責任5	組織あるいはコミュニティを育てるために、準備を進め、適切な情報を提供することを通じて、従業員、経営層、顧客、契約業者、ベンダー、および公衆と、ハザード、リスクおよび制御手段についてコミュニケートすること
	責任6	安全に係わる事項に関する専門職およびコミュニティのニーズの相互理解を育むために、組織外との相互作用をすることにより、コミュニティとの進行中の関係を構築すること
	責任7	正確なデータを収集、解析、および配布するために適切なデータマネジメントシステムを使うことにより、記録保持およびデータ捕捉および検索システムを維持すること
	責任8	ビジネス技術を使う中での継続的個人教育を通じて、プロフェッショナル・コミュニケーションにおける熟練度を開発・維持すること
領域4: 専門家の行いと倫理	責任1	同定されたハザードが除去あるいは極小化されたと言えるようになるまで、経営層および政府機関と根気強く協働することによって、人、財産、環境の防護を最高水準に維持すること
	責任2	害を為す可能性を極小化するために、関心のある事項間の衝突の発生を避け、能力を有する分野に活動を限定することによって、専門家の行いの標準の執着すること
	責任3	人、財産、環境を防護するために、安全の専門に関連のある問題についての技術的な相談を受け助言を与えることにより、安全を促進する責任を引き受けること
	責任4	建設的でバランスがよく効果的な意思決定を支援するために、以下に示す組織の儀典*によりプロフェッショナルとしての活動を行うこと (*:BCSP倫理コードおよびプロフェッショナル行動規範、一般ビジネス倫理、組織プロトコル、説明責任と責任のマネジメント原則)
	責任5	知識とスキルを増すために、継続的な専門職向け開発および自己開発を通じた技術的コンピテンシーを改善すること
	責任6	傷害および疾病等について適切な制御手段が実行されることを保証するために、根本原因および寄与要因を同定することによって、正確な説明責任を育むこと

資料[9]　Certified Safety Professional, Board of Certified Safety Professionals, http://www.bcsp.org/bcsp/images/stories/pdf/exam_guide/exam_guide.pdf

表 3.3-8　CSP試験に必要とされるスキルと能力(1/5)

領域 Ⅰ 安全，健康および環境のマネジメント	
【責務1】人々，財産および環境を守るための包括的なマネジメントシステムを組み立てるにおいて，必要な基本方針，手順およびプログラムを決定して進展させる。	
【知識】	【能力】
1.安全，健康および環境に関する成文法および判例法	1.規制の解釈と適用
2.安全な作業手順を計画，開発するプロセス	2.危険有害要因へのばく露について，点検および抑制する方法の適用
3.プロセスにおける物質収支	3.数学的および統計的な分析
4.安全，健康および環境のマネジメント	4.生産プロセスにおける危険有害要因の分析
5.危険有害要因対策システムの計画（例えば，落下防止，足場）	5.システム，施設および機器における安全な作業手順の計画
6.記録を収集，保管，分析および提供するための記録保存システムの計画	6.安全，健康および環境に関する科学的情報をプロセス改善に利用し，適用する。
7.数学と統計学	7.個人間コミュニケーション
8.安全な設計を行うための方法とテクニック	8.災害原因調査における問題の解決
9.災害原因調査のための方法とテクニック	9.安全システムの組織カルチュアとの統合
10.財産の保護（物理的および知的）と安全保障	10.従業員の行動に重点を置いた効果的な教育訓練プログラムの計画
11.組織論と行動の科学	
【責務2】人々，財産および環境を守るため，マネジメントシステムに沿って基本方針，手順およびプログラムを実行する。	
【知識】	【能力】
1.組織理論と行動の科学	1.個人間コミュニケーション
2.教育訓練の方法	2.安全，健康および環境の科学領域を教育訓練し，マネジメントシステムに適用する。
3.基礎科学：化学，生物学，物理学，生理学および解剖学	3.安全，健康および環境問題の判断における基礎科学の利用
4.安全，健康および環境の科学	4.実践を進めるためのシステムの開発
	5.権限委譲と責任のマネジメントシステムに沿った確実な明示
【責務3】人々，財産および環境を守る継続的な改善が確実に行われるよう，パフォーマンスの測定と評価を行うことにより，マネジメントシステムの有効性を判定する。	
【知識】	【能力】
1.定量的および定性的なパフォーマンス測定の指標	1.システムの有効性を評価するための安全，健康および環境科学の知識の適用
2.数学と統計学	2.数学的および統計的な分析
3.基礎科学：化学，生物学，物理学，生理学および解剖学	3.システムの有効性を評価するためのマネジメントと行動の科学の適用
4.安全，健康および環境の問題	4.システムが法律を守り，効果的であることを確実とする規制の
5.マネジメントと行動の科学	5.個人間コミュニケーションの実現
6.法律，規格および規制	6.業界で一般的に実施されている安全システムの実施
7.安全マネジメントシステム	7.サンプリングと観測の実施
8.教育訓練の方法	8.基本方針と手順の改善
9.監査テクニックとマネジメントシステムのレビュー	
【責務4】人々，財産および環境に対し危険有害なばく露を除去または抑制するために，危険有害要因の特定とリスクアセスメントに基づいたリスクマネジメント戦略を実施する。	
【知識】	【能力】
1.法律，規格および規制	1.法律，規格および規制の解釈
2.プロセス操作（例：原材料，アセスメント，取扱い物質リスト）	2.数学的および統計的な分析
3.数学と統計学4.保険手続き(種別と保険料の計算)	3.プロセスの物質収支分析による最重要経路／システムのマネジメント
5.化学，物理，生物学的要因に関する産業衛生	4.災害による損失データと傾向の定量化
6.安全工学	5.意志決定および対策手段の優先順位勧告を行うためのサンプリング結果その他のデータの分析
7.安全マネジメント	6.教育訓練プログラムを効果的とするための組織化と勧告
8.人命救助，防火と予防	7.設備設計の段階における安全マネジメントの実施
9.工事安全	
10.教育訓練の方法	
11.人間工学プログラムのマネジメント	
12.陸上，海上輸送の安全マネジメント	
13.労働者の補償とケースマネジメント	
14.リスクマネジメントの概念	
15.危機管理	
16.災害の後処理と損害の低減	
17.行動の変容	
18.安全を向上させるプロセス設計	

表 3.3-9　CSP試験に必要とされるスキルと能力(2/5)

【責務5】安全なプロセスの価値を向上するため，リソースを効率的に使用する健全な事業運営手法と経済原理を取り入れる。	
【知識】	【能力】
1.事業上の規制と法律	1.ラインの安全責任を含む職務記述書の作成
2.経済学，会計学および統計学	2.安全なプロセスの経済的価値の定量化
3.工程管理，物質収支および調達	3.薬物，アルコールの最適検査プログラムの決定
4.個人能力開発のテクニック	4.人および物質的なリソースの獲得，配分および統制
5.保険手続き（種別と保険料の計算）	5.従業員プログラムの有効性を定量化するためのパフォーマンス評価の実施
6.従業員援助を含む薬物/アルコール対策プログラム	6.システムの効率を最大化するためのプロジェクト制御（予算，スケジュール，推計）の実施
7.資本予算と長期計画	7.資本予算のテクニック，活動に基づく原価会計および費用・便益分析の実施
【責務6】コミュニケーションなどの手段により，すべての関係者（例えば，従業員，管理者層，納入業者，請負業者）が，安全なプロセスの形成と実現について理解し，積極的な役割を果たすことを促進する。	
【知識】	【能力】
1.コミュニケーションとプレゼンテーションのテクニック	1.コミュニケーションとプレゼンテーションの実施
2.組織論と行動の科学	2.組織の発展
3.従業員参加を必要とする法律，規格および規制	3.法律，規格および規制の解釈と適用
4.経済と予算編成	4.問題の解決
5.マネジメントの原理	5.行動変容のテクニック
6.従業員参加の委員会	6.資本予算のテクニック，活動のコスト計算および費用・便益分析
7.組合／経営委員会を含む労使関係	7.従業員参加の委員会の運営
	8.組合とのマネジメントにおける協力

領域 II 安全，健康および環境のエンジニアリング	
【責務1】危険有害要因の特定と関連するリスクを評価する定性的，定量的なテクニックを用いて，施設，製品，システム，機器，作業場所およびプロセスの評価を行う。	
【知識】	【能力】
1.施設，製品，システム，機器，作業場所およびプロセスを評価する方法とテクニック	1.危険有害要因の特定，危険有害性の評価，リスクアセスメントおよび対策の方法とテクニックの適用
2.測定，サンプリングおよび分析のための方法とテクニック	2.分析機器の使用：モニタリング，サンプリング機器
3.仕様決定と図面作成	3.基本計画，仕様および設計図面の理解
4.法律，規格および規制	4.法律，規格および規制の解釈
5.リスクアセスメントのテクニック	5.該当する分野の専門家との協議
6.材料の性状と危険有害要因	6.確実に安全管理を行うための機器製造者／供給者および建設請負業者との協議
7.基礎科学：化学，生物学，物理学，生理学および解剖学	7.装置/施設，設計，エンジニアリングおよび抑制の安全水準について同業他社との比較
8.応用工学：エレクトロニクス，機構，熱力学，材料，構造，プラントレイアウトなど	
9.化学的，物理的要因を含む産業衛生	
10.人命救助，防火と予防	
11.環境保護と公害防止	
12. 建設安全	
13.システム安全	
14.製品安全	
15.行動の科学	
16.教育と訓練の方法	
17.人間工学とヒューマンファクタ	
18.プロセス安全	
19.危険性物質の物理的，化学的性質	
20.機器と施設における安全の要求事項	
【責務2】安全，健康および環境への危険有害要因によるリスクを除くか，抑制する対策の設計，エンジニアリングおよび仕様について勧告をする。	
【知識】	【能力】
1.法律，規格および規制	1.法律，規格および規制の解釈
2.リスクマネジメント	2.危険有害要因の特定，評価，リスクアセスメントおよび抑制のための方法とテクニックの適用
3.記録の保存，データ収集および情報検索システム	3.データ収集，検索および分析システムの使用
4.原材料	4.代替，工学的対策または保護具を使用することによる特定された危険有害要因へのばく露の排除または抑制
5.基礎科学：化学，生物学，物理学，生理学および解剖学	5.該当する分野の専門家との協議
6.応用工学：エレクトロニクス，機構，熱力学，材料，構造，プラントレイアウトなど	6.残存リスクとその適切な抑制手段の経営層へのコミュニケーション

表 3.3-10　CSP試験に必要とされるスキルと能力(3/5)

【責務2】(続き)	
7.化学的，物理的要因を含む産業衛生	
8.人命救助，防火と予防	
9.環境保護と公害防止	
10.建設安全	
11.システム安全	
12.製品安全	
13.行動の科学	
14.教育訓練の方法	
15.人間工学とヒューマンファクタ	
16.プロセス安全	
17.換気システム	
18.調達	
【責務3】最適な方法を見出すために，実行可能性，有効性，信頼性および費用の分析によって抑制方法を評価する。	
【知識】	【能力】
1.法律，規格および規制	1.法律，規格および規制の解釈
2.実行可能性，有効性，信頼性および費用便益を評価するための方法とテクニック	2.実行可能性，有効性，信頼性および費用・便益を評価する方法とテクニックの適用
3.リスクアセスメント	3.経済的な分析の適用
4. 仕様と図面	4.基本計画，仕様および図面の判断
5.データマネジメント	5.法の遵守および点検，監査への適合
6.化学的，物理的要因を含む産業衛生	6.該当する分野の専門家との協議
7.人命救助，防火と予防	7.データ収集と情報検索システムの活用
8.環境保護と公害防止	8.分析結果の判断
9.建設の技術	9.火災の検出，抑制システムの点検と保守
10.点検と監査のテクニック	
11.システムと労働安全	
【責務4】製品，プロセスおよび施設の安全確保について，適用される国内，国際間の法律，規制および規格を特定して適合させる。また，必要な適合証明，一覧表，承認書などを入手する。	
【知識】	【能力】
1.法律，規格および規制	1.データの判断
2.データマネジメント	2.法律，規格および規制についての解釈
3.品質保証と抑制	3.品質保証監査と点検の実施
4. 文書プロトコール	4.文書処理プロトコールの実施
5.証明に必要な要件	5.承認審査方式の管理
6.様式，承認および証明のために折衝する機関	6.該当する分野の専門家との協議
	7.連邦，州および地域の当局者との折衝

領域 Ⅲ 安全，健康および環境に関する情報のマネジメントとコミュニケーション	
【責務1】危険有害要因とその対策に関する知識を伝達するため，理解の容易な効果的で学習目的の確立された教育訓練プログラムを開発する。	
【知識】	【能力】
1.成人学習	1.対話的学習を含めた適切なレッスンプランの適用(例，情報交換，ケーススタディ，経験の共有)
2.集団力学	2.項目の組み立て／質問作成，テストの構成
3.技術的な内容	3.プレゼンテーションテクニックの使用：ハードウェアとソフトウェア
4.必要性分析	4.対象者による必要性の評価
5.テストと評価	5.学習効果を最大にするためのグループ内相互作用の利用
6.プレゼンテーションの手段とテクニック	6.効果的なグラフィックスの作成
7.グラフィックデザイン	7.効果的な学習環境の整備(例，教室レイアウト，照明，気分転換など)
	8.プレゼンテーションの組織化

表 3.3-11　CSP試験に必要とされるスキルと能力(4/5)

【責務2】危険有害要因とその対策について，対象者の理解を最大とするための適切な手段と方法を使用した教育訓練プログラムを効果的に実施する。	
【知識】	【能力】
1.プレゼンテーションの方法	1.プレゼンテーションテクニックの使用：ハードウェアとソフトウェア
2.成人学習	2.レッスンプランの使用
3.対象者の有する背景と必要とする情報に対して標的を絞ること	3.対象者からフィードバックを得る
4.集団力学	4.紛争の解決5.参加への奨励
5.積極的な学習テクニック	6.言語と言語以外の能力を駆使した有効なコミュニケーション
6.紛争解決のテクニック	7.プレゼンテーションへの批判的思考プロセスの組み込み
【責務3】教育訓練が有効であるために，パフォーマンスの測定と様々なフィードバックによって，教育訓練プログラムの評価を行う。	
【知識】	【能力】
1.テストと評価	1.項目の組み立て／質問作成，テストの構成
2.サンプリングのテクニック	2.パフォーマンスを測定するためのサンプリングテクニックの使用
3.統計分析	3.数学的および統計的な分析
4.項目の組み立てとテストの構成	4.フィードバックの集積
5.フィードバックを得る手段	
【責務4】従業員，管理者層，顧客，請負業者，広報担当者，納入業者および公衆と有効にコミュニケートするために，口頭および書面で情報を提供する。	
【知識】	【能力】
1.グラフィックデザイン	1.グラフィックス，イラストおよび他の媒体の使用
2.集団力学	2.対象者力学
3.英語と文法	3.口頭および口頭以外の手段による有効なコミュニケーション
4.様々な種類の媒体のための形式	4.技術的書類と他の媒体の書式化
5.公表をするためのプロトコール	5.公表資料の作成と提示
6.リスクアセスメントのテクニック	6.リスクコミュニケーション戦略の適用
7.法律面でのコミュニケーション	7.手順，基本方針，標準業務手順書などの書面作成
【責務5】企業内および周辺社会を教育するために適切な情報を準備，提供して，危険有害要因，リスクおよび抑制手段を従業員，管理者層，顧客，請負業者，納入業者および公衆に対して伝達する。	
【知識】	【能力】
1.法律面でのコミュニケーション	1.ラベルと警告表示の作成
2.製品，材料および機器について必要な事項のラベル作成	2.国際間の警告とシンボルマークの使用
3.国際間のシンボルマーク	3.適切な書式の使用：色，照明，配置など
4.記号論(色，言葉遣い，書式，プレゼンテーション)	4.企業カルチュアの規範とコミュニケーションとの統合
5.企業カルチュアの規範とコミュニケーションとの関連	5.対象者に対して適切な言語と媒体による情報の提供
【責務6】安全の問題に関する専門家と社会との相互理解を強めるため，外部組織との対話によって，社会との間の関係を発展させる。	
【知識】	【能力】
1.政府機関と責務	1.相互援助協定の設立と運用
2.相互援助協定	2.緊急時対応活動の計画策定と実行
3.緊急時対応計画とコミュニケーション	3.基準の開発に対する情報の提供
4.基準の開発	4.行政機関との折衝
5.影響する範囲	
【責務7】データを正確に入手，分析，流通するデータマネジメントシステムを用いて，記録保存，データ収集および情報検索を行うシステムを運用する。	
【知識】	【能力】
1.記録保存と記録についての要件(例，OSHA EPA，労働者の補償，有害廃棄物処理，DOT)	1.記録管理のマネジメント(例，OSHA EPA，労働者の補償，有害廃棄物処理，DOT)
2.統計分析	2.数学的および統計的な分析
3.コンピュータ，データ転送と蓄積ハードウェアの選択	3.コンピュータ，データ転送および蓄積ハードウェアの使用
4.データ記録，モニタリングのための機器	4.データロガーとモニタリング設備の使用
5.ビジネス用ソフト(例，データベースソフト)	5.工事報告とデータ収集の書式
6.レポート様式の開発(例，教育訓練記録，事故報告書，点検報告書の様式)	6.機密保持要求事項の遵守
7.記録保存の要件とマネジメントプロトコール，秘密保持など	7.記録保存プロトコールの遵守
8.データ分析とプレゼンテーション	8.データ保全の維持
9.災害原因調査に関する証拠類の保存	9.災害原因調査に関する証拠連鎖の保存
	10.事故，災害発生率の計算
【責務7】ビジネステクニックの使用と継続的学習により，自己の専門的コミュニケーション能力を発展，維持する。	
【知識】	【能力】
1.コンピュータソフトウェアの概念(データベース，スプレッドシート，文書処理)	1.標準ビジネスソフトの使用
2.インターネットの情報源	2.インターネットによる情報交換
3.情報転送と蓄積技術	3.情報転送と蓄積技術の使用
4.情報収集(データ記録)テクニック	4.データ入手のための機器の利用

表 3.3-12　CSP試験に必要とされるスキルと能力(5/5)

領域 Ⅳ　専門家としての行動と倫理	
【責務1】人々，財産および環境が保護されるよう，経営者，政府機関と協力し，特定された危険有害要因が除去，抑制されるために持続的に努力することを最優先する。	
【知識】	【能力】
1.BCSP の倫理／専門家としての行動規定	1.BCSP の倫理／専門家としての行動規定の適用
2.組織的プロトコール	2.組織的プロトコールを守ること
3.紛争解決のテクニック	3.紛争の解決
4.公式および非公式のプレゼンテーションテクニック	4.口頭および口頭以外の方法による有効なコミュニケーション
5.折衝の手順	5.行政およびその他の関係機関との間の折衝
6.法律，規格および規制	6.法律，規格および規制の社会規範としての使用
【責務2】活動は，自己の能力を有する分野に限定し，専門家の行動の基準を守り，損害の発生を避けるとともに，利害の衝突を避ける。	
【知識】	【能力】
1.BCSP の倫理／専門家としての行動規定	1.BCSP の倫理／専門家としての行動規定の適用
2.一般的な事業倫理	2.チーム形成と人的関係のテクニックの適用
3.紛争解決のテクニック	3.折衝による紛争の解決
4.個人および専門家として制限を受ける範囲	4.コンサルタントと外部リソースの選定による適切なサポートの提供
5.チームワークを促進する方法	
6.安全専門家との関連がある他の技術専門家の能力	
7.専門家としての誤りまたは怠慢による結末	
8.利害の方針についての衝突の要素	
9.利害の衝突に関連する法律	
【責務3】人々，財産および環境を守るという，安全の問題について，技術的な助言，勧告を行うことにより，安全についての責任を果たす。	
【知識】	【能力】
1.BCSP の倫理／専門家としての行動規定	1.BCSP の倫理／専門家としての行動規定の適用
2.安全，健康および環境に関する文献およびその他の情報	2.過失および怠慢を避ける。
3.仕事の権限，責任および説明責任	3.紛争の解決
4.専門家としての責任の問題	
5.紛争の解決	
【責務4】組織のプロトコールに沿って，前向きでバランスがとれ，効果的な決定がくだされるよう専門家として働きかける。	
【知識】	【能力】
1.BCSP の倫理／専門家としての行動規定	1.BCSP の倫理／専門家としての行動規定の適用
2.一般的な事業倫理	2.組織のプロトコールに従う。
3.組織のプロトコール	3.仕事の権限，責任および説明責任についてのマネジメント原則の適用
4.責任と説明責任についてのマネジメントの原則	
【責務5】専門家としての知識と能力を向上させるため，継続的な自己啓発を行う。	
【知識】	【能力】
1.BCSP の倫理／専門家としての行動規定	1.BCSP の倫理／専門家としての行動規定の適用
2.安全，健康および環境の専門に関する最近の技術的進歩	2.専門家として発展する機会の適切な選択
3.安全，健康および環境の専門に関する継続的教育の情報源(例，会議，専門セミナー，ネットワーク，教科書，雑誌，専門雑誌)	
4.専門的能力の認定を得る機会	
【責務6】傷害／疾病その他の災害が発生したとき，適切なマネジメントが行われていたか否かを確認するために，根本原因とその他の原因を調査し，原因が正確に把握されることを助ける。	
【知識】	【能力】
1.BCSP の倫理／専門家としての行動規定	1.BCSP の倫理／専門家としての行動規定の適用
2.紛争解決のテクニック	2.原因解析を含む災害原因調査の実行
3.事故原因を特定する方法	3.人々からの聞き取りを行う。
4.仕事の権限，責任および説明責任についてのマネジメントの	4.承認を得る交渉／最終的な責任の割り当て
	5.仕事の権限，責任および説明責任についてのマネジメントの原則の適用

3.3.4　アメリカ：安全に関する教本

安全学専攻プログラムを検討する上で参考となる資料として、海外の安全教育プログラム等を調査した。

(1)　Safety and Health for Engineers

米国で発行されている「安全と健康」をエンジニアに体系的に教育することを目的とした教本（Safety and Health for Engineers）の目次項目を下表（表　3.3-13～表　3.3-15）に示す。

各種のハザードについて、網羅的に上げ、そのコントロール方法を示している点や、エンジニアが習得すべき法律、国際的な動向等に関して説明されている点などが参考になる。

表　3.3-13 Safety and Health for Engineers （1/3）

パート1　導入	
1 エンジニアのための安全と健康の重要性	
	職業的な安全と健康
	消費生活製品と家庭の事故
	輸送
	環境問題
	エンジニアのための重要性
2 安全と健康の専門家	
	工学
	経営科学
	健康科学
	行動科学と教育
	法律専門家
	その他の専門家
	認証、登録と専門職業意識
3 基本的な考え方と条件	
	なぜ安全といえるか？
	事故、怪我と損失
	事故の理論
	防止戦略
	どのように安全かは十分賢明
パート2　法律、規則、標準	
4 法律と規則の連邦機関	
	連邦法と規則
	立法府
	司法部
	行政府
	独立機関
	他の部門、機関と安全プログラム
5 他の法律、規則、標準とコード	
	州政府
	民間企業
	任意の合意が得られた標準
	民間研究機関
	海外及び国際法、規制
6 労働者の補償	
	補償を求める要求
	労災補償法
	援護される労働者
	利益
	金融
	内閣
	第三者訴訟
7 製造物責任	
	責任の理論
	怠慢
	保証
	厳しい責任
	欠陥
	不正使用と先見性
	修正と大きな変化
	出訴期限法
	訴訟プロセス
	鑑定人
	責任リスクの軽減
8 保存及び報告記録	
	なぜ記録を保存し、報告するのか？
	記録と報告の種類
	怪我と病気記録保存のためのOSHAメソッド
	ANSI記録保存
パート3　ハザードとそのコントロール	
9 ハザードコントロールの一般原則	
	マーフィーの法則
	ハザードとそのコントロール
	環境危害
	ハザードコントロールモデル
	ハザードコントロールの基本
10 機構と構造	
	構造上の失敗のモード
	構造上の故障の原因
	構造上のハザードをコントロールすること
	アプリケーション
11 作業場の床面	
	つまずいて、すべること
	落下
	落下防止と怪我
	アプリケーション
12 電気安全装置	
	電気の基礎
	電気的危害
	電気的危害の制御
	静電気
	病院の患者
	照明
	バッテリー充電

資料[10]　Safety and Health for Engineers, Wiley, Roger L. Brauer

表 3.3-14 Safety and Health for Engineers（2/3）

パート3 ハザードとそのコントロール（続き）
13 器具と機械
器具と機械の危害
安全装置の付いた機械
動力変速装置の安全装置
オペレーションのポイントの安全装置
手動器具の危害コントロール
携帯用の電動器具制御装置
14 輸送安全性
輸送事故
輸送危害の規制
事故再建
輸送の他の形
危険物の輸送
15 材料処理
手動材料処理
ジャッキ
手動操作の部品
動かされた車両
装置を上げること
ロープ、鎖と吊りひも
運搬装置
エレベーター、エスカレーター
大きさ材料、発掘と溝をつけること
材料の保管
16 火災の保護と防止
火の物理的及び化学的作用
火の性質
材料の火危険
建物の火災安全性
産業及びプロセスにおける火災危険
生命安全
火災発見とアラームシステム
消防署
17 爆発と爆薬
爆発
爆発危険
ごみ爆発
爆発のための規制
爆薬
18 温熱環境
伝熱
熱
寒さ
測定
19 圧力
低圧環境
高圧環境
圧力容器
高圧液体と高圧ガス
20 視覚
照明
色
サイン

21 非電離放射線
電磁スペクトル
マイクロ波
紫外線放射
赤外線
高可視光
レーザー
他の非電離放射線
22 電離放射線
放射線物理学
危害
露出標準
規制
計測
ラドン
放射線を浴びた食物
23 騒音と振動
音
物理学
聴力
騒音の危険
標準
規制
計測
振動
24 化学製品
化学規制と標準
危害
毒物学
毒物的なデータ
規制
計測
限られたスペース
25 換気
換気のタイプ
換気の原則
微粒子とガスを捕獲すること
パイプとダクトの流れ
ファン
空気清浄装置
換気測定
標準
26 生物学的危険物質
危害
一般設定
シックビルディング症候群
遺伝子工学
他の生物学的危険物質と制御アプリケーション
27 有害廃棄物
有害廃棄物
危険物規制
法規

表 3.3-15 Safety and Health for Engineers（3/3）

28 防護具の利用	
	一般的な原則
	頭の保護
	目と顔の保護
	耳の保護
	呼吸保護
	手、指と腕保護
	足と足保護
	身体の保護
	落下保護
	電気労働者防護物
29 非常事態	
	非常事態のタイプ
	非常事態の優先順位
	非常事態で損失を防ぐこと
	資源
	災難ジレンマ
30 設備計画	
	設備開発プロセスと安全性
	デザインで安全性を助けるためのツール
	サイト
	建築物の考慮
	ワークステーション
パート4　人的要因	
31 人間行動と能力	
	人間行動
	人間行動と安全性
	人間行動のための設計
	安全性と常識
	技術的無学
	仕事と他のストレス
32 警告、指示、訓練	
	方針と手順
	警告と指示
	訓練
	安全性の推進
33 人間工学	
	導入
	人体測定学
	情報と表示
	労働生理学
	生体力学
	職場と機器設計
	労働者のための設計

パート5　安全と健康の管理	
34 安全管理の基礎	
	管理の要素
	組織の安全性
	組織における安全目標
	安全性とコスト
35 リスクマネジメントとアセスメント	
	リスクと損失
	リスクマネジメント
	リスクアセスメント
	手法の例
36 システム安全	
	一般的な手順
	フォルトツリー分析
	失敗モードと影響分析
	危険階層制度
	管理不注意とリスクツリー
	システム安全性に関する他の分析とアプリケーション
37 安全分析と管理情報	
	分析の目的
	点検
	事故調査
	安全パフォーマンス
	分析の結果を提示すること
	コンピュータと安全性
38 安全計画とプログラム	
	分析の結果の提示
	職業的な安全プログラム
	人間工学反応計画
	建設事故予防策計画

(2) System Safety

米国で発行されている「システムセーフティ」をテーマにした教本（System Safety）の目次項目を次に示す。

表 3.3-16 System Safety （1/2）

レッスンⅠ	システム安全およびリスクアセスメント	システム安全およびリスクアセスメントの概念並びに用途を学生に紹介する
		1.システム安全の定義
		2.リスク分析の定義
		3.ライフサイクルの概念
		4.システム／施設／製品設計におけるリスクアセスメントの使用法
レッスンⅡ	リスクアセスメントマトリックス	リスクアセスメントマトリックスの基礎と使用法を学生に紹介する
		1.リスクの定義
		2.重大性の定義
		3.発生確率の定義
		4.リスク平面の概念
		5.等リスク線
		6.リスクアセスメントマトリックスの構成、および使用
		7.曝露期間の重要性
		8.多重ターゲットまたは曝露リソースの概念
レッスンⅢ	ハザード予備分析	ハザード予備分析の概念と用途を学生に紹介する
		1.ハザード予備分析の目的
		2.統合システム安全アプローチにおけるハザード予備分析の役割
		3.ハザード予備分析実施手順
		4.ハザード予備分析実施のタイミング
		5.ハザード予備分析の利点
		6.ハザード予備分析の限界
レッスンⅣ	エネルギーフロー／バリア分析	エネルギーフロー／バリア分析の概念と用途を学生に紹介する
		1.エネルギーフロー／バリア分析の哲学的基盤
		2.エネルギーフロー／バリア分析の実施に際して考慮するエネルギーソース、バリアおよびターゲットのタイプ
		3.ハザード予備分析終了時の“思考モデル”としてのエネルギーフロー／バリア分析の使用
		4.職業関連でのエネルギーフロー／バリア分析の使用
		5.エネルギーフロー／バリア分析の実施手順
		6.エネルギーフロー／バリア分析の利点と限界
レッスンⅤ	失敗モード・影響分析	失敗モード・影響分析（失敗モード・影響度・致命度分析）の手順と用途を学生に紹介する。
		1.失敗モード・影響分析（FMEA）または失敗モード・影響度・致命度分析（FMECA）の基本論理
		2.FMEAまたはFMECAの実施手順
		3.FMEA／FMECA分析ワークシートの典型的書式
		4.FMEA／FMECAの利点
		5.FMEA／FMECAの限界
		6.統合システム安全プログラムにおけるFMEA／FMECAの役割
レッスンⅥ	信頼性ブロック図	信頼性ブロック図分析の手順と用途を学生に紹介する
		1.信頼性ブロック図の記号論
		2.直列回路と並列回路の描写
		3.信頼性ブロック図分析の実施手順
		4.信頼バンド
		5.システム信頼性

資料[11] System Safety and Risk Management Guide for Engineering Educators , http://www.sverdrup.com/safety/riskmgt/riskmgt.shtml

表 3.3-17　System Safety（2/2）

レッスンⅦ	フォールトツリー分析	フォールトツリー分析の手順と用途を学生に紹介する
		1.フォールトツリー分析の論理
		2.フォールトツリー分析の手順
		3.フォールトツリー分析の記号論
		4.頂上事象発生確率の計算手順
		5.カットセットとカットセット確率の計算手順
		6.パスセットの計算手順
		7.論理ゲートによる発生確率伝播
		8.ORゲートによる失敗確率伝播のための希少事象近似
		9.ORゲート失敗確率の完全解
		10.カットセットの構造的・定量的重要度
		11.対数平均確率推定法
		12.フォールトツリー分析の用途、利点および限界
レッスンⅧ	サクセスツリー分析	サクセスツリー分析の概念、手順及び用途を学生に紹介する
		1.サクセスツリー分析の基礎的前提
		2.サクセスツリー分析の記号論
		3.サクセスツリー分析の手順
		4.システム安全の実践におけるサクセスツリー分析の用途
		5.サクセスツリー分析の利点
		6.サクセスツリー分析の限界
レッスンⅨ	イベントツリー分析	イベントツリー分析の手順と用途を学生に紹介する
		1.イベントツリー分析の基礎的前提
		2.ベルヌーイモデル
		3.イベントツリー作成の規約
		4.イベントツリーの定量方法
		5.イベントツリー分析の用途
		6.イベントツリー分析の利点
		7.イベントツリー分析の限界
レッスンⅩ	フォールトツリー、信頼性ブロック図およびイベントツリーの	フォールトツリー、イベントツリーおよび信頼性ブロック図間の変換の方法と用途を学生に紹介する
		1.フォールトツリーとイベントツリー間の変換方法
		2.フォールトツリーから信頼性ブロック図への変換方法
		3.信頼性ブロック図からフォールトツリーへの変換方法
		4.イベントツリーと信頼性ブロック図間の変換方法
		5.信頼性ブロック図からのカットセットとパスセットの求め方
		6.信頼性ブロック図からイベントツリーへの変換方法
レッスンⅩⅠ	因果関係分析	因果関係分析の手法と用途を学生に紹介する
		1.因果関係分析に用いられる分析的アプローチ
		2.因果関係分析に用いられる記号論
		3.因果関係分析の用途
		4.因果関係分析の利点
		5.因果関係分析の限界
レッスンⅩⅡ	有向グラフ(ダイグラフ)マトリックス分析	有向グラフ(ダイグラフ)マトリックス分析の概念と用途を学生に紹介する
		1.有向グラフマトリックス分析のアプローチ
		2.有向グラフマトリックス分析に用いられる記号論
		3.成功領域と失敗領域におけるダイグラフのモデル化
		4.ダイグラフモデルの隣接マトリックス表示
		5.シングルトンおよびダブルトンカットセットの特定
		6.シングルトンおよびダブルトンカットセット確率の評価
レッスンⅩⅢ	主観的情報による失敗確率組み合わせ	主観的情報による失敗確率組み合わせ分析の概念と用途を学生に紹介する。
		1.主観的情報による失敗確率組み合わせ分析の基礎
		2.主観的情報による失敗確率組み合わせ分析を支える主観的スケールの作成
		3.主観的情報による失敗確率組み合わせ分析の実施手順
		4.主観的情報による失敗確率組み合わせ分析の利点と限界
		5.主観的情報による失敗確率組み合わせ分析の用途

3.3.5　イギリス：安全技術者について

イギリスでは、安全一般について Health and Safety Commission（以下、HSC）および Health and Safety Executive（以下、HSE）が中心となって国としての方針を示し、実際の活動をリードしている。

安全技術者に関しては、機能安全国際規格 IEC 61508 の要件を満足した安全関連製品に対して、認定された第三者認証機関が適合性評価認証を提供できることを目的とした CASS（Conformity Assessment of Safety-related System）認証制度がある。

CASS 認証制度は、HSE が関係し、2001 年に設置されている。CASS 認証制度により、機能安全の領域において、アセスメントを実施するアセッサー（審査員）とういう機械安全技術者の一団が形成されている。

我が国の機械安全技術者育成の教育プログラムの検討を進める上で参考になると思われるため、CASS アセッサーの職務、コンピテンシー、活躍する場面について紹介する。

(1)　CASS アセッサーの職務と活動領域

CASS アセッサーの職務としては、以下の事項が挙げられている。

表 3.3-18　CASSアセッサーの職務

業務分野	業務内容	対象企業
Type 1 （部品審査）	部品レベルでの安全性を認証する。	部品供給会社
Type 2 （システム審査）	特定システムにおける電気・電子・プログラマブル電子系（E/E/PES）のアプリケーション特有の審査を実施する。統合システム評価とサブシステム評価の2種類がある。	サブシステム供給会社
	a)統合システム評価は、発注されたシステム全体に適用される。 b)サブシステム評価は、入力インターフェース，プログラマブル電子装置や出力インターフェースのような供給部品からなる統合システムの一部に適用される。	エンジニアリング・システム統合会社
Type 3 （運用管理審査）	エンドユーザに安全システムの運用の責任を負わせるために、E/E/PES における安全システム維持に必要な方針、手順、文書、記録を認証する。	運用会社
Type 4 （安全要求審査）	安全システムに対する安全要求事項への適合、ハザード、リスク解析について認証する。	
Type 5 （機能安全能力の審査）	組織の機能安全能力を認証する。個別製品や個別システムではなく、エンジニアリング組織、エンドユーザ組織、システムインテグレータ組織において共通したプロセスに関したものである。	全業種共通

資料[12]　The CASS Assessor Guide，http://www.cass.yk.net/

CASS ガイドラインにおいては、アセッサーの職務や、アセッサーが持つべきコンピテンシーについて明記されている。

表 3.3-19　CASS アセッサーの職務

C1・・・業務安全管理（Corporate Functional Safety Management）
C2・・・プロジェクト安全保障マネジメント（Project Safety Assurance Management）
C3・・・安全関連のシステム維持管理と修正（Safety-Related System Maintenance）
C4・・・安全関連のシステムあるいはサービスの調達（Safety-Related System Procedure）
C5・・・独立した安全性評価（Independent Safety Assessment）
C6・・・リスクアセスメント（Safety Hazard Risk Analysis）
C7・・・規格適合評価（Safety Requirements Specification ）
C8・・・安全性検証（評価）（Safety Validation）
C9・・・設計（Safety-Related System Architectural Design）
C10・・・ソフトウェア設計（Safety-Related System Software Realization）
C11・・・ハードウェア設計（Safety-Related System Hardware Realization）
C12・・・人間工学技術（Human Factors Safety Engineering）

資料[13]The IEE/BCS Competency And Commitment Guideline,
http://www.cass.yk.net/

CASSアセッサーのガイドでは、図3.3-1 に示すようにサプライチェーンと関係付けて、コンピテンシーを整理している。例えば、運用会社のtype4のアセッサーに必要なコンピテンシーは表 3.3-19に示される「C4、C6、C7、C12」のコンピテンシーであるとされている。活動領域によって、CASS Assessor に必要とされるコンピテンシーが異なることがわかる。

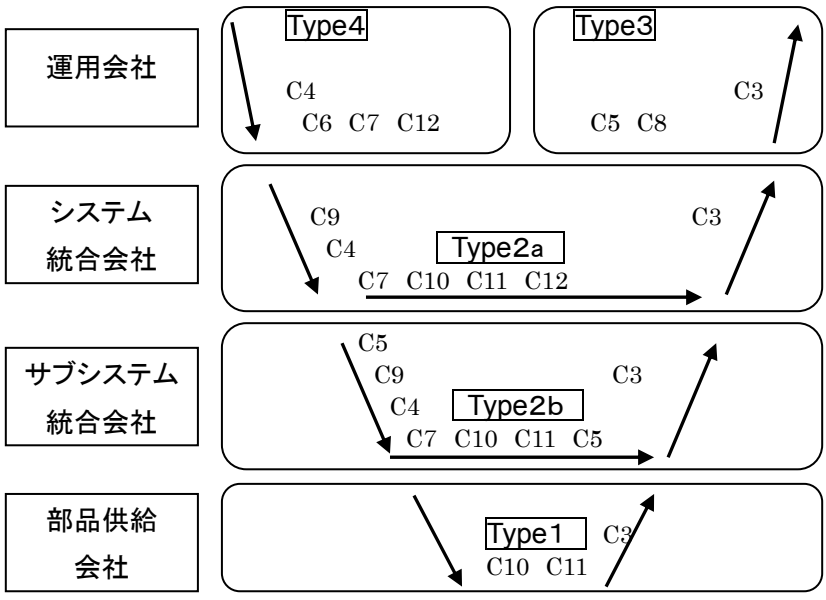


図3.3-1　CASSアセッサー の職務とサプライチェーン

表 3.3-19で挙げられているC1～C12 の職務については、更に詳細にコンピテンシーが想定されている。表 3.3-20, 表 3.3-21には、ガイドで示されている詳細なコンピテンシーを「知識」と「人間力」に区分して示した。

例えば、「C6 リスクアセスメント」に必要なコンピテンシーとしては、以下のようなコンピテンシーがリストアップされている。

＜(例)「C6 リスクアセスメント」に必要なコンピテンシー＞

- ・危険源および危険分析の範囲の設定
- ・危険源の排除・緩和
- ・危険源の記録の作成と管理
- ・危険源の分析
- ・危険源の同定
- ・リスクアセスメント
- ・適用分野の知識
- ・機能的な安全確保の原則
- ・体系的なアプローチ
- ・システム観点

さらに、知識のほかにも「チームワーク」や「専門性と品格」などの能力(ここでは「人間力」と区分)が必要とされている点も留意したい。

表 3.3-20 CASS アセッサーの持つべきコンピテンシー(1/2)

	職務 / 職務に関連するコンピテンシー	C1 業務安全管理	C2 プロジェクト安全保証マネージメント	C3 安全関連のシステム維持管理と修正	C4 安全関連のシステムあるいはサービスの調達	C5 独立した評価	C6 リスクアセスメント	C7 規格適合評価	C8 安全性検証（評価）	C9 設計	C10 ハードウェア設計	C11 ソフトウェア設計	C12 人間工学技術
知識	テスト結果の分析								○				
	コード解析											○	
	デザイン分析											○	
	ハードウェアデザインの分析										○		
	安全分析の評価					○							
	提出書類のチェック				○								
	方法選択の評価					○							
	供給元の監査				○								
	安全性必要条件の獲得							○					
	コーディング											○	
	安全性評価計画の策定								○				
	危険源および危険分析の範囲の設定						○						
	プロジェクトの範囲の設定		○										
	ハードウェアの設計										○		
	プロジェクト安全保証計画の発展・持続		○										
	手順の向上												○
	メンテナンスと修正手順の開発・向上			○									
	安全性評価結果の文書化								○				
	危険源の排除・緩和						○						
	安全性に関する必要条件の評価							○					
	解決策の評価									○			
	テストの実施										○	○	
	既存システムの分類			○									
	危険源の記録の作成と管理						○						
	判断の形成					○							
	変更への対処			○									
	インシデントへの対処	○		○									
	危険源の分析						○						
	エンドユーザーの必要条件の同定												○
	危険源の同定						○						
	提出書類への安全性必要条件の記載				○								
	新しいシステムへの影響			○									

資料 [14] : Safety,Competency and Commitment,Competency Guidelines for Sagety-Related System Practitioners,1999,The Institution of Electrical Engineers を参考に分類

表 3.3-21 CASS アセッサーの持つべきコンピテンシー(2/2)

	職務 / 職務に関連するコンピテンシー	C1 業務安全管理	C2 プロジェクト安全保証マネージメント	C3 安全関連のシステム維持管理と修正	C4 安全関連のシステムあるいはサービスの調達	C5 独立した評価	C6 リスクアセスメント	C7 規格適合評価	C8 安全性検証（評価）	C9 設計	C10 ハードウェア設計	C11 ソフトウェア設計	C12 人間工学技術
知識	安全性必要条件の解釈											○	○
	契約のチェック				○								
	プロジェクトの安全性確保計画の遵守		○										
	コンプライアンスの遂行				○								
	運転・運用中情報の管理			○									
	結果の管理					○							
	資源配分の管理	○											
	安全性確保証拠の供給管理・運用		○										
	人間行動のモデリング												○
	法令遵守のモニタリング	○		○									
	工学開発のモニタリング		○										
	規制認可の取得				○								
	操作・運転の分析												○
	安全性必要条件の分割									○			
	分析の実施								○				
	維持管理のための計画と安全操業の			○									
	計画					○							
	検査報告の作成					○							
	ヒューマンファクターの入力												○
	安全管理方法の認識	○											
	資源配分			○									
	文章のレビュー					○							
	リスクアセスメント						○						
	安全監査					○							
	範囲と状況の認識					○							
	システムアーキテクチャの指定									○			
	安全性必要条件の指定							○					
	ソフトウェアテストの指定											○	
	テストの指定								○		○		
	業務分析												○
	試験の監視と実行								○				
	適用分野の知識						○	○	○	○	○	○	
	正確さと詳細に対する注意								○				
	機能的な安全性に関する実践	○				○							
	ハードウェアの安全規則と基準										○		
	人間信頼性理論												○
	複数のシステムからの観点												○
	開放性（情報公開）										○	○	
	組織システム	○	○	○	○								○
	機能的な安全確保の原則	○		○	○	○	○	○	○				○
	報告書の記入			○									
	安全規則と基準		○										
	ソフトウェアの安全規則と基準											○	
	体系的なアプローチ						○						
	システム観点						○	○		○			
	技術									○			
	試験・分析方法とテクニック								○				
人間力	責任の配分	○											
	スタッフ能力の保証	○											
	認識の促進	○											
	安全性アドバイスの提供	○											
	必要条件からデザインへの変換										○	○	
	業務目的				○								
	明快さ							○					
	概念的な考えと柔軟性							○		○			
	意志決定		○										
	効果的なコミュニケーション	○	○	○	○	○							○
	効果的な業務関係		○										
	情報の抽出	○				○							
	交渉力		○										
	系統的なアプローチ		○	○		○							
	専門性と品格	○			○	○	○						○
	法令遵守	○		○									○
	チームマネージメント		○										
	チームワーク						○				○	○	

3.3.6 ドイツ:ボン・ライン・ジーク大学安全設計教育

ドイツにおいては、ボン・ライン・ジーク大学(応用科学大学)の情報処理学部 Bachelor コースにおいて、安全な設計・信頼性システムに関する教育が行われている。

a) ボン・ライン・ジーク大学 : 安全設計教育

ボン・ライン・ジーク大学において情報処理学部で安全設計等に関する教育講座を有している。

表 3.3-22 ドイツ:ボン・ライン・ジーク大学における安全設計教育プログラム概要

第一課程	・コンピュータ制御システムを用いた事故分析から始まり、リスクアセスメント技術を紹介し、制御設計時に低減可能なリスクを示す。 ・実践では、システム内不具合の自動検出が可能なように、学生自身で LEGO Mindstorm ロボットの設計・組立てを行う。また、試験・検証方法についても講義され、ロボットのソフトウェア部分で扱われる。その他、EU 機械指令を法的根拠に基づき紹介する。
第二課程	・マイクロ・コントロール・ボードを C 言語でプログラムする。また規則的、あるいは不規則的な不具合を予防する安全関連設計技術が紹介され、実践される。
第三課程	・Bachelor 学位習得の学生を対象としている。 ・マルコフモデル・フォールトツリー分析・故障モード・影響分析により、制御の信頼性について学ぶ。例えば、マイクロ・コントローラ・ボードは、円形のこぎり上の指を保護するための安全装置として使用され、IEC EN61508(電気/電子/プログラム可能電子安全関連システムの機能的安全性)に従い、安全レベルが計算される。故障は、通常ソフトウェアの規則的な不具合に関連する。

資料[15] ドイツでの安全教育, Schmersal Information,No.5-16/2005.05/Ni-Ka,
URL:http://www.elanjp.com

次に、第1過程から第3過程のプログラム目次を示す。

表 3.3-23 ドイツ:ボン・ライン・ジーク大学における安全設計教育プログラム:第1過程

1	安全・アベイラビリティ確率について	ハードウェア等装置故障・事故の原因
		故障別ハードウェア
		静法則に従った予期せぬ故障の発生
		確率頻度f(X)、確率概念
		平均値・中央値・変形値
		割当機能
		他:確率論紹介
2	安全・アベイラビリティに関する基礎定義	アベイラビリティとハードウェアの故障確率
		MTTF (mean time to failure)とMTTR (mean time to repair)
		故障率、Wearout、バスタブカーブ(故障率曲線)
		継続的な故障率について
		故障方法別
		診断一致度合
3	信頼性ブロックダイアグラムの考慮	単一ケーブルシステムのモデル化
		複数ケーブルシステムのモデル化
		混合システムのモデル化
4	マルコフ・モデル	状態・変更率に関する説明
		時間上非連続なマルコフ・モデル
		単一ケーブル監視システムへのマルコフ・モデル:変更率・状態
		他:マトリックス学
5	ハードウェアの信頼性モデル化	
6	一般的な原因による故障	
7	ソフトウェアの信頼性モデル化	
8	Computer-Aided Rate Modeling and Simulation Programm (CARMS)	ジープ例
		状態図の説明
		変更確率のインプット
9	安全技術に関する実用システムのモデル化	
10	大規模・複合システムのモデル化	
11	単一ケーブルシステムのモデル化:故障認識有・無	
12	複数ケーブルシステムのモデル化:故障認識有・無	
13	安全技術上の信頼性・リスク低減	
14	寿命サイクル費用	

表 3.3-24 ドイツ:ボン・ライン・ジーク大学における安全設計教育プログラム:第 2 過程(1/2)

1	複合システムでの事故分析	事故説明
		原因カテゴリー別の事故分類
		技術システムの分析方法
		インターネット上の事故調査(ディプロム対象)
2	リスク低減への信頼性のあるシステム	リスク概念
		リスク分類
		リスク分類構成
		信頼性のあるシステム例
		ある機械の危険状態とリスク調査(ディプロム対象)
		ロボットシステムの冗長系システム構成(ディプロム対象)
3	BGIA(ドイツ職業保険組合・労働安全研究所)見学	BGIA の紹介
		いくつかのBGIA 専門分野紹介
4	仕様	ジャクソン式序列図
		構造図
		線図
		フローチャート
		状態図
		決定リスト
		データ・フローチャート
		関数図
		Lego ロボットプログラムへの応用(ディプロム対象)
5	堅牢なハード・ソフトウェアに関する設計方法論(I)	複合システムの特性
		ハードウェアの設計法則・仕様・文書
		構成要素選択・切替タイミング(ディプロムも対象)
		自己診断
		安全上の寿命サイクルに従った開発
6	堅牢なハード・ソフトウェアに関する設計方法論(II)	ソフトウェア設計プロセス
		ソフトウェア設計法則・仕様・文書
		構造・モジュール化
		ソフトウェア分析(ディプロムも対象)
7	堅牢なハード・ソフトウェアに関する設計方法論(III)	外部影響に対する方策
		電磁硬化
		信頼性のある取扱説明書(ディプロムも対象)

表 3.3-25 ドイツ:ボン・ライン・ジーク大学における安全設計教育プログラム:第 2 過程(2/2)

8	システムレベルでの故障制御への方策	故障メカニズム・実践例示付
		Parity-Bit、CRC 等
		プラウシビリティ(ディプロムも
		比較機(ディプロムも対象)
9	システム検出・試験方法(I)	プログラムの部分適正
		安全なプログラムの構築
		ホアレ式演算
10	システム検出・試験方法(II)	Black Box Test 、White Box Test の略式試験
		試験計画・実施
		試験量規程
11	システム上の故障回避	検査、Walkthrough
		静・動力システム分析
		外部影響に対する方策
12	機械指令とEN 規格	EUでの機械安全に関する法的根拠
		EUでの規格の意義
13	アプリケーション例	レーザースキャナ、機械制御
14	LEGO アプリケーションのデモンストレーション	

表 3.3-26 ドイツ:ボン・ライン・ジーク大学における安全設計教育プログラム:第 3 過程

1	信頼性のあるシステムでの設計方法論からの学習	開発基礎としてのリスク評価
		より安全な組込システム方法
		80552 に基づく組込システムの紹介
		プログラミング用手工具
		組込システムでの優先プログラム(ディプロム対象)
2	液晶ディスプレイ・ボード構造	プログラミング切替計画・結果
		使用プロセッサーの可能性
		システム内で起こり得る故障
		初期プログラムでのハードウェア要求(ディプロム対象)
3	液晶ディスプレイ取付	文字数字併用式の点マトリックス液晶ディスプレイに関する背景
		ハードウェア制御(ディプロム対象)
		アウトプット機能適合(ディプロム対象)
4	直列インターフェースでの安全なデータ伝送	液晶ディスプレイ・ボード上の直列インターフェース
		CRC(Cyclic Redundancy Check:巡回冗長検査)などの安全な変更
		変更へのデータ変換(ディプロム対象)
		PC へのアナログ・データ変更(ディプロム対象)
5	プログラム起動の保全	プログラム起動監視方法
		液晶ディスプレイ・ボード上のWatchdog について(ディプロム対象)
		Watchdog の効力立証(ディプロム対象)
6	液晶ディスプレイ・ボード上の断続タイマー使用	タイマー断続の必要性について
		タイマー断続について(ディプロム対象)
		背景にある諸問題(ディプロム対象)
7	ADC (Apple Developer Connection)とDAC (Digital Analog) でのデータ把握・アウト	ADC とDAC の機能
		液晶ディスプレイ・ボード上のアナログ式I/O の制御(ディプロム対象
		初期センサの読取(ディプロム対象)
8	記憶装置領域の監視	故障に対する故障仮定・方策
		簡素なROM (Read only Memory)テスト履行(ディプロム対象)
		時間上効率の良いRAM (Random Access Memory)(ディプロ
		ム対象)テスト立証
9	アナログ式I/O とポートの監視	故障仮定・方策
		I/O テスト履行(ディプロム対象)
		テストの効力立証(ディプロム対象)
10	故障認識への比較機取付	比較機取付時の効力と問題性
		簡素なセンサへのソフトウェア比較機構造(ディプロム対象)
		温度センサ付比較機テスト(ディプロム対象)
11	プロセス機能制御(基礎)	故障仮定・方策
		C プログラムでのアセンブラー・モジュール組込
		アセンブラー簡易テスト(ディプロム対象)
12	プロセス機能制御(実践)	故障仮定・方策
		C プログラムでのアセンブラー・モジュール組込
		C ソフトウェアでのアセンブラー経路組込(ディプロム対象)
13	RAM テストに対するタイマー断続制御構想	RAM テストに関するタイマー断続制御分割(ディプロム対象)
		タイマー断続経路テスト(ディプロム対象)
14	全テストについて	タイマー断続制御での全経路組込(ディプロム対象)
		アナログ式IR 値の読取
15	Logiscope に関するソフトウェア分析	静検光子の背後知識
		分析への個別プログラム評価(ディプロム対象)
		独自ソフトウェア評価(ディプロム対象)
16	総論	講義で学んだこと
		ある製品での応用

3.4　調査事例の整理とカリキュラム作成

3.4.1　各事例の整理と本プログラムの関係

前章までに調査、整理したプログラムから、安全工学人材育成プログラムの参考になる部分を抽出し、プログラムの構成を検討する。

講座名
①安全と技術と社会
②安全における工学的設計
③安全工学入門
④安全における人間工学
⑤安全活動を活かす製造現場の実践論　～「トヨタ式生産方式」の考え方
⑥化学物質総合管理への社会的取り組みと科学的方法論

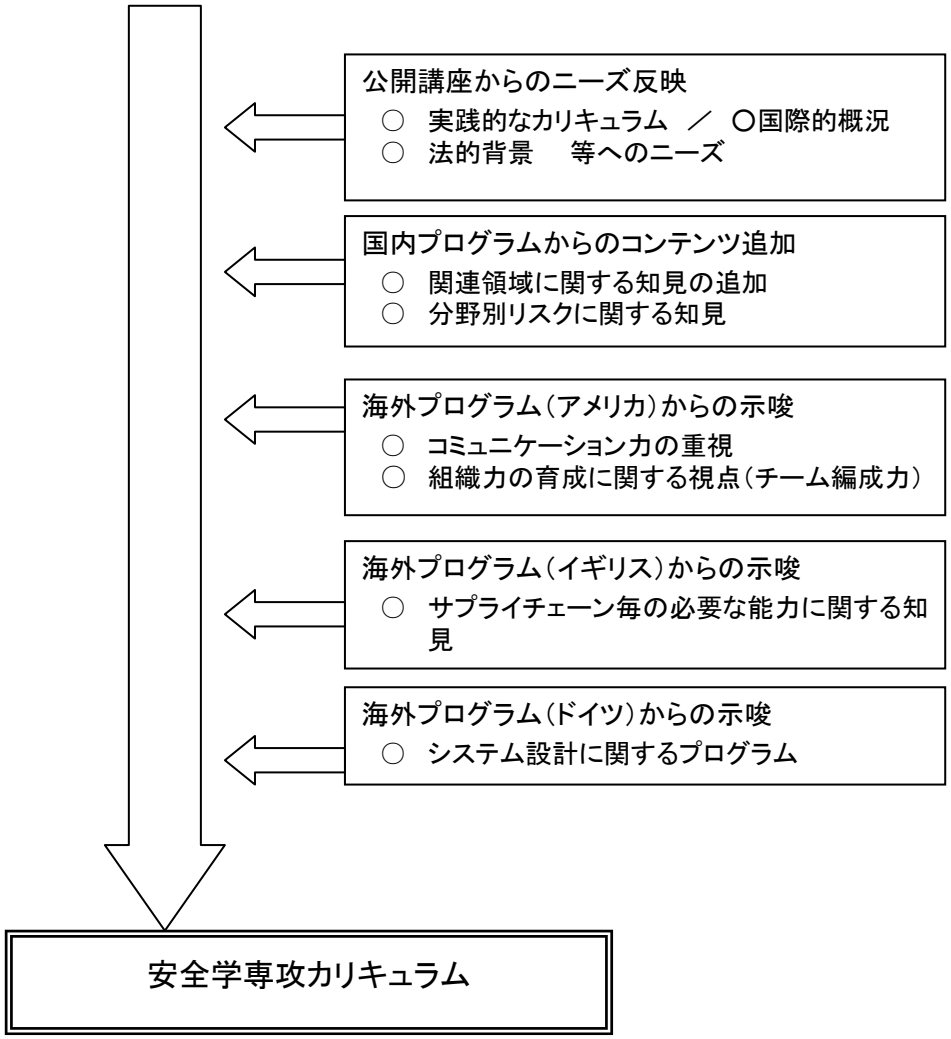


図 3.4-1 国内外の安全教育プログラムからの課題抽出

3.4.2　安全学専攻カリキュラムの構成

前章までに整理したプログラムから検討した安全学専攻カリキュラムの構成案を示す。

表 3.4-1 安全学専攻カリキュラム構成（案）

	タイトル	No.	概要・キーワード
A: 基礎 科目	安全学基礎	1-1	安全学概論（安全、リスクの定義）
		1-2	安全学基礎（社会の中の安全）
	安全工学の基礎	2-1	リスクアセスメント
		2-2	安全設計
		2-3	システム安全（システム設計）
		2-4	システム安全
	組織安全	3-1	企業リスク評価
		3-2	リスクマネジメント
		3-3	技術者教育・技術者倫理
	法律、規格・制度	4-1	国内外の法律・制度
		4-2	工業標準、国際規格の動向
		4-3	製造物責任
B: 応用 科目	現代社会と安全	5-1	技術経営論
		5-2	情報セキュリティ管理論
		5-3	都市リスク管理
		5-4	環境マネジメント
	人間工学	6-1	人間の行動と能力
		6-2	人間中心設計（ガイドライン、ISO13407）
		6-3	人間・機械・システム
	分野別の安全技術	7-1	化学物質総合管理の国際動向
		7-2	化学物質のリスク
		7-3	先端技術のリスク
演習	実践的安全管理	8-1	リスク回避の実践論（製造現場の実践論）
		8-2	教育、訓練の実践
	演習	9-1	システム安全実務演習
		9-2	企業リスク管理演習

4. 安全工学人材育成プログラムに関する提言

調査検討結果を基に、我が国の機械産業における安全性の確保を進め、さらにトップレベルの国際競争力を維持していくための人材育成を推進する取り組み方と課題について、提言としてまとめた。

4.1 安全学専攻の内容について

4.1.1 工学的基礎に立脚した安全学の推進

現在、安全性に対する社会の関心が高まっており、様々な視点からの教育プログラムが検討され、実施されている。例えば、社会の多様なリスクに対応した、コミュニケーション重視のプログラムや、経営リスク(マネジメント)重視のプログラム等がある。こうした観点における安全教育は当然のことながら必要である。

しかし、本プログラムにおいては、機械産業における安全性の確保の確立、さらにはトップレベルの国際競争力を維持することを目的とすることから、工学的基礎に立脚した安全工学を推進することが重要であると考える。

4.1.2 安全専門家の地位を確立するための高い専門性の確立

機械安全に関する国内企業の意識は、国際的には低いレベルにあるのが現状である。その結果、日本企業における安全専門家の地位は相対的に低くなっている。安全専門家の社会的地位を確立し、日本の機械産業の国際競争力の低下を防ぐためには、安全性向上の必要性を普及すると同時に、安全専門家の社会的認知度を高める必要がある。

そのためには、安全専門家を社会に送り出す組織において、高い専門性を有した人材を創出する必要がある。例えば、資格を取得後についても、継続的な教育・資格のスキルアップをする仕組みを構築することが考えられる。

4.1.3 現場への応用力の強化

教育プログラムはそれを社会に活用されることで、価値を見出される部分が大きい。また、想定される受講者である社会人にとって、現場での活用方法についてのニーズが高いことも確認された。

そのため、本プログラムにおいては、基盤となる知識の他、企業等での活用を想定したものとする。例えば、リスクの想定演習、リスクアセスメントの演習など演習科目を挿入することの他、専

門職大学院の例に見られるように、講師陣に民間企業経験者を加えることを必要条件とすることが考えられる。

4.2 プログラムの利用・拡充方法

4.2.1 「安全学専門家」の育成

安全学は、様々な分野の専門知識が横断的に必要とされる学問であるといえる。現在は、工学部の各部門の専門家の専門分野の一つとして、「安全学」という分野を教育する立場にある。

しかし、許容されるリスクが社会とともに変容するように、現代社会におけるリスクの形状は変化していくものである。そのため、今後安全学分野に関する専門家を育成する必要があると考えられる。

4.2.2 企業における活用促進

安全学は企業における活用を通じて社会に還元されるものである。そのため、企業における活用ニーズを捉え、学問体系に組み入れることや、企業の研修プログラムとしても活用することを想定することも必要であると考えられる。

企業の安全技術者が、安全管理者としてステップアップするための活用方法を促進することを念頭に置いた実現方法を継続的に検討するべきであろう。

4.2.3 学習の動機付けのための資格・認定制度の導入

企業の各システム安全のレベルを向上するためには、安全工学の専門家の育成が急務である。しかしながら、専門家の受け皿となる企業自体がその必要性を認識していない、あるいは必要性は認識しつつも、雇用確保までの緊急性を認識していない面があると推察される。

機械安全教育を底上げするためには、まず企業に対して現在の日本と海外の機械安全に対する考え方や規格の相違等の周知を計ることが急務であることの認識を広める必要があろう。そのためには、教育プログラムを客観的に評価できる資格や認定制度を検討することが必要ではないか。

4.2.4 社会の意識を高める活動の実施／ユーザ教育（ボトムアップ）

我が国では初等教育はもとより大学においても、安全に関しての教育は一般的に実施されていない状況にある。社会として長期的に安全レベルを底上げするためには、基本は教育にある

と考えられる。

ユーザ側への意識を向上することが、間接的にはメーカの意識を高める手段として重要であると考えられる。ユーザの求める安全性のレベルを高めるためには、リスクや安全にかかるコストを含めてユーザが理解することが必要となる。

安全文化を根付かせる第一歩として、企業技術者や一般消費者を対象とした短期プログラムから周知を進める必要があるのではないか。

5. 安全学専攻カリキュラム：シラバス

次に、安全学専攻の各講座に関するシラバスの案について、概要及び学習目標のポイントを示す。

5.1 基礎科目

表 5.1-1 講義内容(A-1-1:安全学概論)

講座番号	講座名	サブタイトル
A-1-1	**安全学基礎(1)**	**安全学概論**
概要・目的	【概要】 ・安全学に対する理解の必要性及び安全の定義、リスクの定義について学習する。 ・安全とリスクについての関係を ISO/IEC ガイド 51 に基づきながら、その概念を学習する。 ・安全とは、絶対的な数値ではなく、社会の価値観によっても変化することを学習する。 【学習目標(ポイント)】 ○ 安全の定義、リスクの定義を説明できるか。 ○ リスクとハザードの違い、許容可能なリスクとは何かを説明できるか。 ○ 身近な製品について、リスクの具体例を示すことによって絶対安全は存在しえないことを解説できるか。	
キーワード	安全、リスク、ハザード、許容可能なリスク、リスクアセスメント、ISO/IEC ガイド 51、MIL-STD-882C、ISO14121、安全文化	
実施形態	講義形式	

表 5.1-2 講義内容(A-1-2:安全学概論)

講座番号	講座名	サブタイトル
A-1-2	**安全学基礎(2)**	**安全学概論(社会の中の安全)**
概要・目的	【概要】 ・現代社会のリスクについて概観し、安全に関するステークホルダーを把握し、その責任・義務、役割について学習する。 ・安全を実現する方法は多様であることを学習する。 ・企業には、安全に対する責任と役割があることを学習する。 ・リスクコミュニケーションの必要性や意義について学習する。 【学習目標(ポイント)】 ○ 安全に関するステークホルダーを挙げ、その関係を説明できるか。 ○ 国際的な安全概念の動向を踏まえて、日本はどうあるべきか、どうなっていくのかを議論できるか。	
キーワード	安全文化、安全に対する責任と義務、設計者、使用者	
実施形態	講義形式	

表 5.1-3 講義内容(A-2-1:リスクアセスメント)

講座番号	講座名	サブタイトル
A-2-1	**安全工学の基礎**	**リスクアセスメント**
概要・目的	【概要】 ・機械安全における、リスクアセスメントの考え方・手順、およびリスクアセスメントの意義・必要性を学習する。 ・国際的なリスク概念、ISO/IEC 国際標準におけるリスクアセスメントの位置づけを学習する。 ・具体的な事例から、3ステップメソッドに基づいたリスクアセスメントを演習する。 【学習目標(ポイント)】 ○ リスクを低減する手法として、リスクアセスメントがあることを説明できるか。 ○ 国際安全規格におけるリスクアセスメントの位置づけを、その後のリスク軽減策も踏まえながら、説明できるか。 ○ 機械安全におけるリスクアセスメントでは、当該機械に潜在する危険源の特定、危険源から発生する可能性のあるリスク、リスクが発生したことによる被害の大きさ、傷害および健康障害の大きさを見積もり、評価する方法である点を説明できるか。	
キーワード	ISO/IEC国際標準、リスクアセスメント、危険源の特定、フェールセーフシステム、、3ステップメソッド、本質的安全設計、安全防護対策、使用上の情報によるリスクの削減	
実施形態	講義形式	

表 5.1-4 講義内容(A-2-2:安全設計)

講座番号	講座名	サブタイトル
A-2-2	**安全工学の基礎**	**安全設計**
概要・目的	【概要】 ・安全設計を実現するための基本原則について理解する。 ・安全の体系的設計のための機能構造を、論理式を用いながら表現する方法を学習する。 ・直接的安全、間接的安全の原理について学習する。 ・3ステップメソッドの概要や考え方について、設計者の立場から理解する。 ・安全における標準規格の本質的意義について学習する。 【学習目標(ポイント)】 ○ システムズアプローチ(体系的設計)の基本を説明できるか。 ○ 体系的設計を行う際の制約条件について、説明できるか。 ○ 機能の相互関係やエネルギー、物質、信号の変換等について、論理式を用いながら表現できるか。 ○ どのように安全設計を実現できるか、リスクアセスメントと3ステップメソッドの二つの方法の特徴を挙げながら説明できるか。 ○ 安全における標準規格の意義や、State of the artの意義を説明できるか。	
キーワード	システムズアプローチ、安全設計、直接的安全原理(安全寿命原理、フェールセーフ原理、冗長性原理)、間接的安全原理、標準規格、State of the art	
実施形態	講義形式	

表 5.1-5 講義内容(A-2-3:システム安全概論)

講座番号	講座名	サブタイトル
A-2-3	**安全工学の基礎**	**システム安全(システム設計)**
概要・目的	【概要】 ・人間機械システムにおいて、安全性確保の基礎的論理構造を学習するとともに、システムの安全性評価の手法を学習する。 ・人間と機械可動部が共有する空間と、機構部・制御システムを含めた全体システムの安全性確保機能について、論理式を用いたモデル図で表現することを学習する。 ・航空機、原子力、化学プラント、船舶、鉄道などの巨大システムと、自動車などの安全性についての考え方の違いを解説する。 【学習目標(ポイント)】 ○ 3ステップメソッドについて、「本質的安全設計方策」、「安全防護策(付加保護方策含む)」、「使用上の情報」の3つの方策の概要を説明できるか。 ○ リスクを低減する方法として「本質的安全設計方策」と呼ばれ、優先順位が高い方策であることを説明できるか。 ○ 本質的安全設計に関する国際標準を説明できるか。	
キーワード	論理関数、フェールセーフ、本質的安全設計方策、安全防護策、使用上の情報	
実施形態	講義形式	

表 5.1-6 講義内容(A-2-4:システム安全概論)

講座番号	講座名	サブタイトル
A-2-4	**安全工学の基礎**	**システム安全**
概要・目的	【概要】 ・大規模システム(航空宇宙、軍事、医療、先進科学、ハイテクノロジーなど)の分野において、想定されるリスクについて学習する。 ・エネルギーの生産、輸送、変換、利用、廃棄に係わるプロセスを対象に、燃料供給途絶、大気汚染や温暖化などの環境リスク、原子力の事故や放射線影響などのリスクについての概況を理解する。 【学習目標(ポイント)】 ○ 大規模システムやエネルギー関連プロセスシステムの構造について、リスクを含めて説明できるか。	
キーワード	予備的危険要因解析(PHA)、故障モード影響解析(FMEA)、故障系統図解析(FTA)、危険要因と実現可能性調査(HAZOP)など	
実施形態	講義形式	
参考資料	「システム安全(安全基礎工学)」蓬原弘一、向殿政男共著	

表 5.1-7 講義内容(A-3-1:企業リスク評価)

講座番号	講座名	サブタイトル
A-3-1	**組織安全**	**企業リスク評価**
概要・目的	【概要】 ・企業の損失の可能性と規模を低減する方法について学習する。 ・企業の損失を理解するために、安全衛生、会計学、経済学、エンジニアリング、財務、法律、マネジメント、政治経済、保険等に関する知識についての概況を理解する。 ・企業のリスク評価をする専門家には、基本的技能として、コミュニケーション力、分析・問題解決力、マネジメント力、リーダーシップ等が必要となる点を理解する。 【学習目標(ポイント)】 ○ 企業のリスク評価において、財務、法律、マネジメント、経済等の知識が何故必要であるかを説明できるか。 ○ 実際の企業において、リスク評価者がどのようにリスク評価を行っているかの演習を行う。	
キーワード	安全衛生、会計学、経済学、エンジニアリング、財務、法律、マネジメント、政治経済	
実施形態	講義形式	

表 5.1-8 講義内容(A-3-2:リスクマネジメント)

講座番号	講座名	サブタイトル
A-3-2	**組織安全**	**リスクマネジメント**
概要・目的	【概要】 ・企業に想定されるリスクについて、予測するとともに、リスクを低減する方法について、学習する。 ・技術的なリスクを評価するためには、記録の保存、データ収集などが不可欠であることを学習する。 ・災害には必ず兆候があることを学習する。 ・リスクを低減するためには、兆候を見つけること、抑制のための手段を示すとともに、コストや効果を定量的に示すことが必要である点を理解する。 ・企業においてリスクマネジメントを実施するためには、技術的な面のみでなく、従業員とのコミュニケーション力、各自のパフォーマンスの評価など、人間的な能力が必要となる点を把握しながら、リスクマネジメントの業務について理解する。 【学習目標(ポイント)】 ○ 企業のリスク管理方法を説明できるか。 ○ ハインリッヒの300:29:1比率について説明できるか。 ○ 企業で行うリスクマネジメントの業務について、多角的な視点から説明できるか。	
キーワード	企業リスク、双方向コミュニケーション、マネジメント、ハインリッヒの法則	
実施形態	講義形式	

表 5.1-9 講義内容(A-3-3:技術者教育・技術者倫理)

講座番号	講座名	サブタイトル
A-3-3	**組織安全**	**技術者教育・技術者倫理**
概要・目的	【概要】 ・現代の工学分野における技術者倫理の必要性を解説する。 ・国内外の具体的な事例を取り上げ、議論を通じて技術者の責任と権利について学習する。 ・企業責任の他に技術者の責任、倫理等の重要性が増している点について学習する。 ・企業には関連する多様なステークホルダーの存在を理解する。 【学習目標(ポイント)】 ○ 技術者として、機械安全システムに対する権利と義務を説明できるか。 ○ 企業倫理と技術者倫理の関係について説明できるか。 ○ 顧客、株主・投資家、社員、取引先、事業パートナーなどがどのように企業に関連しているかを説明できるか。	
キーワード	企業の社会的責任、コンプライアンス、ステークホルダー、技術者教育、技術者倫理、企業倫理、米国企業改革法(SOX法)	
実施形態	講義形式	
参考資料	「技術者倫理」 「建設技術者の倫理と実践」丸善, 柴山知也著	

表 5.1-10 講義内容(A-4-1:国内外の法律・制度)

講座番号	講座名	サブタイトル
A-4-1	**法律、規格・制度**	**国内外の法律・制度**
概要・目的	【概要】 ・国内の労働安全・機械安全に関する法体系を理解する。労働安全衛生法や機械安全4法等の目的及び体系を理解する。 ・労働衛生に関する国際的な枠組みを提供している国際労働機関ILOについて学習する。 【学習目標(ポイント)】 ○ 労働安全衛生法がその目的である「危害防止基準の確立」、「責任体制の明確化」、「自主的活動の促進措置」のためにどのような制度を有しているかを説明できるか。 ○ 安全衛生管理体制における、「総括安全衛生管理者」、「安全管理者」、「衛生管理者」、「産業医」などの役割、位置づけを説明できるか。	
キーワード	労働安全衛生法	
実施形態	講義形式	

表 5.1-11 講義内容(A-4-2:工業標準、国際規格の動向)

講座番号	講座名	サブタイトル
A-4-2	**法律、規格・制度**	**工業標準、国際規格の動向**
概要・目的	【概要】 ・工業標準に関する国際規格、欧州規格の動向を学習する。 ・JIS規格とISOの関連について学習し、日本における国際標準化の方向性について学習する。 ・機械安全に関する認証・認定制度について学習する。 【学習目標】 ○ ISO/IEC国際標準とEU、アメリカ、日本の工業標準化の関係について、説明できるか。 ○ 国際規格であるISOに対する欧州の政策と、その目的について説明できるか。	
キーワード	ISO/IEC国際標準、EU、CEマーク、JIS規格、機械指令、ISO/IECガイド51, IEC/TC 44, ISO/TC199	
実施形態	講義形式	
参考資料	「ISO機械安全・国際規格」日刊工業新聞社	

表 5.1-12 講義内容(A-4-3:製造物責任)

講座番号	講座名	サブタイトル
A-4-3	**法律、規格・制度**	**製造物責任**
概要・目的	【講座概要】 ・製造物責任法(PL法)によって規定されている企業責任について学習する。 ・裁判事例等を参照し、法的責任の範囲について理解するとともに、企業における留意事項を把握する。 ・労働者、消費者の保証制度について、国内外の状況を学習する。 【学習目標(ポイント)】 ○ 製造物責任法によって、企業が求められる責任の範囲について、事例を用いながら説明できるか。	
キーワード	製造物責任法、労働者の保証、消費者の権利・保証	
実施形態	講義形式	

5.2　応用科目

表 5.2-1 講義内容(B-5-1:技術経営論)

講座番号	講座名	サブタイトル
B-5-1	**現代社会と安全**	**技術経営論**
概要・目的	【概要】 ・様々な先端技術を活用して、新規ビジネスや起業を行う際に求められる技術等について概説する。 ・先端技術を活用して起業した事例研究を通じて、成功に必要な要件と課題を解説する。 ・会社経営に必要とされる知的財産権、資金調達方法について概説する。 【学習目標】 ○　研究開発型ベンチャーの課題を説明できるか。 ○　独自のアイデアを基に、ビジネスプランを作成できるか。 ○　資金調達と投資家の関連について、説明できるか。	
キーワード	起業リスク、知的財産権	
実施形態	講義形式	

表 5.2-2 講義内容(B-5-2:情報セキュリティ管理論)

講座番号	講座名	サブタイトル
B-5-2	**現代社会と安全**	**情報セキュリティ管理論**
概要・目的	【概要】 ・情報化社会の新しいリスクである情報リスクについて理解する。 ・各種ネットワークシステムを安心して使うためのセキュリティ技術について様々な観点から考察する。 ・盗聴・改ざん・なりすまし等の不正行為からネットワークを防御するためのセキュリティ技術としての代表的な暗号方式とその仕組みについて概説する。 【学習目標(ポイント)】 ○ 情報リスクにはどのような種類があるかを説明できるか。	
キーワード	情報ネットワーク、サイバーリスク、セキュリティ技術、暗号	
実施形態	講義形式	

表 5.2-3 講義内容(B-5-3:都市リスク管理)

講座番号	講座名	サブタイトル
B-5-3	**現代社会と安全**	**都市リスク管理**
概要・目的	【概要】 ・都市機能が内包するリスクについて、消防・救急・防犯等の管理型公共サービス、交通・供給処理ライフラインなどのリスク管理の方向性について学習する。 ・都市における各種リスクの評価・分析方法として、空間情報の表現・処理・解析の技術・手法を習得する。 ・空間情報解析により、都市が内包するリスクについて分析するとともにリスク管理の方向性について学習する。 【学習目標(ポイント)】 ○ 都市生活における日常的なリスクと、事故・災害時の非日常的なリスクを説明できるか。 ○ 都市のインフラストラクチャーの維持管理とそのリスクについて説明できるか。 ○ 都市の成長管理と計画段階におけるリスク管理方法について、日本やアメリカの事例を参照しながら、説明できるか。	
キーワード	リスク管理型公共サービス、災害対応システム、ライフライン被災、都市インフラストラクチャー、都市成長管理政策、空間情報の処理・解析	
実施形態	講義形式	

表 5.2-4 講義内容(B-5-4:都市リスク管理)

講座番号	講座名	サブタイトル
B-5-4	**現代社会と安全**	**環境マネジメント**
概要・目的	【概要】 ・企業の環境対応が、公害・災害防止から、地球規模の課題への取り組みとなっている現状について学習する。 ・企業が社会的責任として有するべき環境管理について学習する。その中で、環境マネジメント国際規格ISO14001に基づき、環境マネジメントの必要性を学習する。 ・環境報告書、CRSレポートについて理解するとともに評価する視点について学習する。 ・環境関連の法制度等の概況を理解する。 【学習目標(ポイント)】 ○ 環境マネジメントを怠った場合のリスクにどのようなものがあるかを説明できるか。 ○ 危険防止に関する法律(火薬類取締法、消防法、毒劇物取締法、高圧ガス保安法、労働安全衛生法、石油コンビナート防災法、薬事法、食品衛生法)及び環境に関する法律(大気汚染防止法、水質汚濁防止法、土壌汚染対策法、廃棄物処理法、化学物質審査規制法、PRTR法)などが、体系的に理解できているか。	
キーワード	環境マネジメント、国際規格ISO14001	
実施形態	講義形式	

表 5.2-5 講義内容(B-6-1:人間の行動と能力)

講座番号	講座名	サブタイトル
B-6-1	**人間工学**	**人間の行動と能力**
概要・目的	【概要】 ・時間と情報の制約下での人間の認知・判断やバイアス、自動化システムへの過信と不信及びリスク環境下での人間・機械協調と支援インフェースの設計・評価について学習する。 ・機械安全分野、製品安全分野における人間工学の考え方の差異を学習する。 【学習目標(ポイント)】 ○ 人間がどのように経験則を利用するか、確率の評価を誤りやすいかを理解し、リスク環境下での人間の意思決定の過程を説明できるか。 ○ 時間と情報の制約下での人間の認知・判断・制御に対してコンピュータがいかに支援すべきかを説明できるか。 ○ リスク制御のための人間・機械強調におけるヒューマンインタフェースの設計において注意すべき点を説明できるか。 ○ 機械安全分野と製品安全分野において、機械の支援方法のあり方について説明できるか。	
キーワード	認知心理学、ヒューマンファクター、経験則、ヒューマンインタフェース、人間・機械協調	
実施形態	講義形式	

表 5.2-6 講義内容(B-6-2:人間中心設計)

講座番号	講座名	サブタイトル
B-6-2	**人間工学**	**人間中心設計**
概要・目的	【概要】 ・人間の特性(心理学・安全意識)や、機械操作者の想定外の行動によって発生する事故の可能性について事例とともに学習する。 ・機械に対する人間の想定外の使用による事故の発生事例を学習する。 【学習目標(ポイント)】 ○ 事故はヒューマンファクターが関連したものが多いことについて、事例を用いながら説明できるか。 ○ 人間はエラーをするものであるという認識に立った対策が必要であることを説明できるか。	
キーワード	ヒューマンファクター、安全設計	
実施形態	講義形式	

表 5.2-7 講義内容(B-6-3:人間・機械・システム)

講座番号	講座名	サブタイトル
B-6-3	**人間工学**	**人間・機械・システム**
概要・目的	【概要】 ・人間機械システムにおいて、安全性基礎の基礎的論理構造を学習する。 ・人間の想定外の使用を防ぐ方法や、想定外の使用法による事故の防止策について紹介し、具体的な製品を題材にして防止策について学習する。 【学習目標(ポイント)】 ○ 人間機械システムにおける安全性評価手法を説明できるか。 ○ 人間機械システムにおける安全性に関する論理構造を、論理式を用いながら説明できるか。 ○ 論理構造を表現するための表現方法を学習する。	
キーワード	機械安全、システム安全、リスク評価、論理関数、フェールセーフ	
実施形態	講義形式	
参考資料	(社)人間生活工学研究センター編; ワークショップ人間生活工学、丸善、2005	

表 5.2-8 講義内容(B-7-1:化学物質総合管理の国際動向)

講座番号	講座名	サブタイトル
B-7-1	**分野別の安全技術**	**化学物質総合管理の国際動向**
概要・目的	【概要】 ・化学物質の危険性、有害物質について学習する。 ・特定化学物質の管理の改善の促進に関する法律(化学物質管理促進法、PRTR法)の施行や製品安全データシート(MSDS)の作成指針の変更等について、開発者の立場から学習する。 【学習目標】 ○ 化学物質に関する管理方法の標準化や法律の流れを理解する。	
キーワード	製品安全データシート(MSDS)、PRTR法、化学物質管理促進法	
実施形態	講義形式	

表 5.2-9 講義内容(B-7-2: 化学物質のリスク)

講座番号	講座名	サブタイトル
B-7-2	**分野別の安全技術**	**化学物質のリスク**
概要・目的	【概要】 ・環境安全の一例として、化学物質・有害物質と人体や環境への影響について、トラブルが生じた際の有用な法規制・基準、およびトラブルへの適切な対応について利用者の立場から理解する。 【ポイント】 ○ 機械に使用される化学物質や有害物質についての具体例な人体への影響について学習する。 ○ 科学的な評価を元に許容できるリスクを評価することが必要である点を理解する。	
キーワード	環境、人体への影響、リスクアセスメント	
実施形態	講義形式	

表 5.2-10 講義内容(B-7-3: 化学物質のリスク)

講座番号	講座名	サブタイトル
B-7-3	**分野別の安全技術**	**先端技術のリスク**
概要・目的	【概要】 ・先端技術に関するリスクと、それを産業に応用する際に発生するリスクを両面から学習する。 ・先端情報ビジネス、バイオテクノロジー、ナノテクノロジーを用いた技術革新等による利便性とリスクについて、生徒同士で議論をしながら学習する。 【ポイント】 ○ 従来、想定されなかった技術によって、科学者・技術者が有するべき倫理的な課題について、説明できるか。 ○ ユビキタスネットワーク社会や情報家電等によって、生活にどのような利便性とリスクが発生できるかを説明できるか。	
キーワード	先端情報ビジネス、ユビキタスネットワーク、バイオテクノロジー、バイオマテリアル、ナノバイオテクノロジー、ナノマテリアル、先端機械ビジネス、生命倫理	
実施形態	講義形式、ディベート形式	

5.3　演習

表 5.3-1 講義内容（C-8-1:リスク回避の実践論）

講座番号	講座名	サブタイトル
C-8-1	**実践的安全管理**	**リスク回避の実践論**
概要・目的	【概要】 ・安全管理者において必要とされるマネジメント力について、企業の現場経験者等による講義等を交えながら学習する。 ・未然防止体質（活動）に関して、マネジメント力強化が重要である点を、実際の製造現場の事例から学習する。 ・民間企業の事例に基づきながら、重点災害の設定、安全活動の実施方法、安全文化の継承方法、双方向コミュニケーションの方法等について学習する。 【学習目標（ポイント）】 ○ 安全活動の実践例に基づき、演習例について解決方法を提示できるか。 ○ どのような兆候を利用して、災害の事前防止に努めた例があるか、説明できるか。	
キーワード	組織力、「カイゼン」、ハインリッヒの法則	
実施形態	講義形式、企業訪問（見学）	

表 5.3-2 講義内容(C-8-2:マネジメント力強化のポイント)

講座番号	講座名	サブタイトル
C-8-2	**実践的安全管理**	**教育・訓練の実践**
概要・目的	【概要】 ・安全管理において必要とされる、教育・訓練や安全活動実践について、企業の人材教育担当者等による講義等を交えながら学習する。 【学習目標(ポイント)】 ○ 企業における教育・訓練のポイントを説明できるか。	
キーワード	会社風土、安全文化	
実施形態	講義形式、企業訪問(見学)	

表 5.3-3 講義内容(C-9-1:システム安全実務演習)

講座番号	講座名	サブタイトル
C-9-1	**演習**	**システム安全実務演習**
概要・目的	【概要】 ・企業におけるシステム安全の実務について、民間企業の安全管理担当者等の業務を分析しながら理解する。 ・実際の製造現場の写真や設計図面を見ながら、製造過程におけるリスクアセスメントの演習を行う。 ・製造工程全体の中のリスクについて学習する。 【学習目標(ポイント)】 ○ 企業における安全管理者の実務について説明できるか。 ○ 製造現場のリスクを正しく評価できるか。	
キーワード	安全衛生活動、労働安全、リスクアセスメント	
実施形態	講義形式、ディベート形式、企業訪問(見学)	

表 5.3-4 講義内容(C-9-2:企業リスク管理)

講座番号	講座名	サブタイトル
C-9-2	**演習**	**企業リスク管理**
概要・目的	【概要】 ・企業の安全管理者が実践しているリスク管理方法について、海外の事例等を交えながら学習する。 ・日本における安全管理者の今後の方向性について議論する。 【学習目標(ポイント)】 ○ 企業における安全管理者の役割について説明できるか。 ○ アメリカにおいてCSPがどのような業務を行っているか、事例調査を行う。 ○ 日本における安全管理者の今後の方向性についての考え方を説明できるか。	
キーワード	CSP(米国:認定安全専門家)、CASSアセッサー、安全管理者	
実施形態	講義形式、ディベート形式、企業訪問(見学)	

6. 参考：安全工学分野の基礎的カリキュラム

安全工学に関する人材の育成について、活躍できる人材を育成するためにも、核となる技術を有した上で安全学の知識を修得する必要性があると考えられる。そのため、機械安全に関するカリキュラムと安全学に関するカリキュラムが必要である。

機械安全に関して、長岡技術科学大学では、2001 年 9 月より機械安全工学講座を発足させて、大学院修士課程で安全工学の講義を開始している。特に、安全工学が実践的側面を重要視していることから2002年より社会人学生を対象に、機械安全工学に携わる技術者の育成を行ってきている。そのため、機械安全に関するカリキュラムに関して、長岡技術大学のカリキュラムを参照することとし、下記に長岡技術科学大学における社会人キャリアアップコース「機械安全工学」の機械安全工学　授業科目を示す。なお、このコースは平成 18 年度より前述の同大学専門職大学院システム安全専攻として、拡充、発展されている。

表 6-1 長岡技術科学大学 機械安全工学カリキュラム（2001 年時点）

	授業科目	単位
必修	機械創造工学セミナー第Ⅰ	1
	機械創造工学セミナー第Ⅱ	1
	機械創造工学セミナー第Ⅲ	1
	機械創造工学セミナー第Ⅳ	1
	機械創造工学特別実験第Ⅰ	2
	機械創造工学特別実験第Ⅱ	2
	計	**8**
基礎科目（集中講義）	Safety problems and solutions	2
	Ergonomics for designer	2
	安全制御特論	2
	システム安全	2
	安全規制とマネジメント	2
	機械安全に関する騒音と振動	2
	燃焼火災安全特論	2
	計	**14**
関連科目（集中講義）	破壊制御工学特論	2
	産業機械安全特論	2
	建設機械工学特論 B	2
	切削・研削加工特論 B	2
	機能性評価工学	2
	非破壊診断工学特論	2
	計	**12**
e 科目（共通科目）	e-産業技術政策論	2
	e-ベイズ統計	2
	e-エネルギー経済論	2
	計	**6**

- 修了に必要な総単位数は 30 単位(内必修科目が 8 単位)。
- 上記セミナー、特別実験は機械安全工学に特化したものを行なう。具体的には、国際規格の翻訳及び調査や、学生の現場または現場で扱う製品の安全性解析を行う。
- 講義はすべて、企業で働いている方の便宜を考え集中講義(2年間でのべ42日を予定)で、東京のサテライトキャンパスで行う。また E-learning による遠隔授業(自宅で受講可)を併用する。

資料[16]　長岡技術科学大学 機械創造工学専攻, 機械安全工学(社会人キャリアアップコース)
http://mcweb.nagaokaut.ac.jp/safety/pdf/topi_JMS_20040623.pdf

長岡技術科学大学における社会人キャリアアップコース「機械安全工学」の必修科目および基礎科目について、次ページ以降にシラバスを示す。

(必修科目)

機械創造工学セミナー第 I	授業形態	演習
Mechanical Engineering Seminaers 1	単位数	1 単位
【授業目的及び達成目標】		
本セミナーの目的は、以下の通りである。 1.修士課程における研究テーマを通じて、技術科学をとりまく諸事情を広く理解し、研究の社会的意識を自覚すること。 2.技術科学の専門分野に関して、確固たる基礎知識を身につけ、高い専門知識として応用力を養うこと。 3.様々な情報源から新しい情報を取り入れ、生涯にわたり自己能力を高める能力を養うこと。 4.研究に関する討論、発表を通してコミュニケーション能力を養うこと。 以上の目的を達成するために、以下のことを行う。 (1) 修士課程における研修を含む分野に関する基礎的学力、研究遂行のための応用力を養う。 (2) 修士の研究に関連する国内外の研究の現状を把握する。 (3) 指導教官との討論を通じて、修士研究の意義、具体的研究目的の設定、研究計画・方法の検討を行う。 (4) 国内、海外(特に英文)の学術論文の読解力、論文による表現力を養成する。		
【授業内容及び授業方法】 学生の研究課題に関する希望により少人数のグループに分かれ、各指導教官のもとに内外の専門書・論文の輪講、研究に関連する発表、検討を行う。		

機械創造工学セミナー第 II	授業形態	演習
Mechanical Engineering Seminaers 2	単位数	1 単位

【授業目的及び達成目標】

本セミナーの目的は、以下の通りである。
1.修士課程における研究テーマを通じて、技術科学をとりまく諸事情を広く理解し、研究の社会的意識を自覚すること。
2.技術科学の専門分野に関して、確固たる基礎知識を身につけ、高い専門知識として応用力を養うこと。
3.様々な情報源から新しい情報を取り入れ、生涯にわたり自己能力を高める能力を養うこと。
4.研究に関する討論、発表を通してコミュニケーション能力を養うこと。
以上の目的を達成するために、以下のことを行う。
(1) 修士課程における研修を含む分野に関する基礎的学力、研究遂行のための応用力を養う。
(2) 修士の研究に関連する国内外の研究の現状を把握する。
(3) 指導教官との討論を通じて、修士研究の意義、具体的研究目的の設定、研究計画・方法の検討を行う。
(4) 国内、海外(特に英文)の学術論文の読解力、論文による表現力を養成する。

【授業内容及び授業方法】

学生の研究課題に関する希望により少人数のグループに分かれ、各指導教官のもとに内外の専門書・論文の輪講、研究に関連する発表、検討を行う。

機械創造工学セミナー第 III	授業形態	演習
Mechanical Engineering Seminaers 3	単位数	1 単位

【授業目的及び達成目標】

本セミナーの目的は、以下の通りである。
1.修士課程における研究テーマを通じて、技術科学をとりまく諸事情を広く理解し、研究の社会的意識を自覚すること。
2.技術科学の専門分野に関して、確固たる基礎知識を身につけ、高い専門知識として応用力を養うこと。
3.様々な情報源から新しい情報を取り入れ、生涯にわたり自己能力を高める能力を養うこと。
4.研究に関する討論、発表を通してコミュニケーション能力を養うこと。
以上の目的を達成するために、以下のことを行う。
(1) 修士課程における研修を含む分野に関する基礎的学力、研究遂行のための応用力を養う。
(2) 修士の研究に関連する国内外の研究の現状を把握する。
(3) 指導教官との討論を通じて、修士研究の意義、具体的研究目的の設定、研究計画・方法の検討を行う。
(4) 国内、海外(特に英文)の学術論文の読解力、論文による表現力を養成する。

【授業内容及び授業方法】

学生の研究課題に関する希望により少人数のグループに分かれ、各指導教官のもとに内外の専門書・論文の輪講、研究に関連する発表、検討を行う。

機械創造工学セミナー第 IV	授業形態	演習
Mechanical Engineering Seminaers 4	単位数	1 単位

【授業目的及び達成目標】

本セミナーの目的は、以下の通りである。

1.修士課程における研究テーマを通じて、技術科学をとりまく諸事情を広く理解し、研究の社会的意識を自覚すること。

2.技術科学の専門分野に関して、確固たる基礎知識を身につけ、高い専門知識として応用力を養うこと。

3.様々な情報源から新しい情報を取り入れ、生涯にわたり自己能力を高める能力を養うこと。

4.研究に関する討論、発表を通してコミュニケーション能力を養うこと。

以上の目的を達成するために、以下のことを行う。

(1) 修士課程における研修を含む分野に関する基礎的学力、研究遂行のための応用力を養う。

(2) 修士の研究に関連する国内外の研究の現状を把握する。

(3) 指導教官との討論を通じて、修士研究の意義、具体的研究目的の設定、研究計画・方法の検討を行う。

(4) 国内、海外(特に英文)の学術論文の読解力、論文による表現力を養成する。

【授業内容及び授業方法】

学生の研究課題に関する希望により少人数のグループに分かれ、各指導教官のもとに内外の専門書・論文の輪講、研究に関連する発表、検討を行う。

機械創造工学セミナー第 I	授業形態	演習
Mechanical Engineering Specisl Practicals 1	単位数	2 単位

【授業目的及び達成目標】

本セミナーの目的は、以下の通りである。

1.研究課題を解決するために新しい機械、構造、システムを開発、考案することを通じて、新しい技術科学分野を開拓する創造力を養う。

2.研究課題を遂行するために必要な基礎知識と専門知識を総合する能力を養う。

3.研究計画の立案などを行うことにより、将来を通じた自己学習能力を養う。

以下の目的を達成するために、下記のことを行う。

修士研究の研究計画、装置の考案、設計、製作、実験、分析、数値計算、調査等を行う。

【授業内容及び授業方法】

学生の研究課題に関する希望により個別に決定された各指導教官との討論を通じて、研究、実験計画を検討し、これに基づいて各自が実行する。機械システム工学セミナーと密接に関連するものであるので、両者を平行して履修し、同一の教官の指導を受ける。課題の意義、実験の進め方等についてセミナーを初めとする日常的な機械において学習、検討、討論を重ねたうえで学生本人が積極的に課題に取り組む姿勢をもつことが不可欠である。

機械創造工学セミナー第 II	授業形態	演習
Mechanical Engineering Specisl Practicals 2	単位数	2 単位

【授業目的及び達成目標】

学生の研究課題に関する希望により個別に決定された各指導教官との討論を通じて、研究、実験計画を検討し、これに基づいて各自が実行する。機械システム工学セミナーと密接に関連するものであるので、両者を平行して履修し、同一の教官の指導を受ける。課題の意義、実験の進め方等についてセミナーを初めとする日常的な機械において学習、検討、討論を重ねたうえで学生本人が積極的に課題に取り組む姿勢をもつことが不可欠である。

【授業内容及び授業方法】

学生の研究課題に関する希望により少人数のグループに分かれ、各指導教官のもとに内外の専門書・論文の輪講、研究に関連する発表、検討を行う。

（基礎科目）

Safety Problems and Solutions	授業形態	講義
Safety Problems and Solutions	単位数	2 単位

【担当教員】 Alfred Neudorfer (アルフレッド　ノイドルファー)

【授業目的及び達成目標】

In the recent movement of global standardisation for saefty management systems and of requirements the EC-Countries for saety supply of machinery the Japanese industry strongly demands professionally educated safety engineers.

【授業キーワード】

Design errors and accidents
Working system: principle, examples
Dangerous situations, risk, risks-assessment
Hazard points, hazard places and dangerous situations at machines
Design methods against stochastic risks
Direct safety methods against deterministic risks
Methods of indirect safety technology
Safety guards, protective barrters, distance guards
Interlocking systems
Sensitive safety devices
Safety guards: Design methods and rules
Supply disconnecting device, emergency stop device
Working platforms, gangways, steps and access stairs
Safety information
(Un)safety behaviour

【授業内容及び授業方法】

Interactive lecture, video films, moderation-method, developing a safety concept of a real machine in a working group

【教科書】

Neudorfer, A. , Tanaka, K. : Design of Safety Machinery in Accordance with International Standards, Tokyo : NPO (Publisher) 167-0052 Tokyo, Suginami-Minami-Ogikubo 4-41-10, Tel 03 3594 2588, Fax 03 3247 4050, 2002, in Japanese

【参考書】

杉本　旭：機械にまかせる安全確認型システム～設計者のアカウンタビリティ～、中央労働災害防止協会、2003 年
蓬原　弘一：安全基礎工学ノート　－システム安全－

Japan Printing Mashinery Manufacturers Association (Editor): Integration of Safety in the Construction and Design, Tokyo, 2001, in English and Japanese

Ergonomics for Designer	授業形態	講義
Ergonomics for Designer	単位数	2 単位

【担当教員】 Alfred Neudorfer (アルフレッド ノイドルファー)

【授業目的及び達成目標】

One of the most important tasks of ergonomic design is the consequential adaptation of the technical environment to human demands.

Not only on the work place, also in the demestic area (e.g. furniture), in the public area (e.g. public transportation) and in the area of leisure (e.g. sporting and bodybuilding equipment), this need for adjustment appears. An important requirement of the EC-Directive "Machines" is to design machine according to ergonomic principles. Neglect of ergonomic prinsiples in machine design reduces the usefulness the safety of machine.

【授業キーワード】

Working system: principle, examples

Interaction between machinery and task

Aspects of geometry, energy and information in ergonomis design of machine

Human physical performance

Manual handling of objects associated to machinery

Force limits for machinery operation

Human body measurements and anthropometrical data

Body postures during machine operation

Dimensions required for access opening, steps and access stairs

Human interactions with displays and control actuators

Ergonomic requirements for the design of displays and control

【授業内容及び授業方法】 Interactive lecture

【授業項目】

Basic concepts, general principles and methodology for design of machines in accordance with ergonomic principles

【教科書】

Neudorfer, A. , Tanaka, K. : Design of Safety Machinery in Accordance with International Standards, Tokyo : NPO (Publisher) 167-0052 Tokyo, Suginami-Minami-Ogikubo 4-41-10, Tel 03 3594 2588, Fax 03 3247 4050, 2002, in Japanese

Neudorfer, A. : Ergonomics for Designers (Script)

【参考書】

Kromer, K. H. E. : Ergonomics: How to Design for Ease and effciency, Second Edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ 07458, Prentice Hall International Series in Industrial and Systems Engineering, 2002, in English

eudörfer, A. :Konstruieren sicherheitsgerechter Produkte Design of Safety Products Second Edition, Berlin, Heidelgerg: Springer-Verag, in German

設計者のための人体寸法データ集 (Human Body Dimensions Data for Ergonomic Design),生命工業技術研究所編、人間生活工学研究センター、1996

設計者のための人体計測マニュアル (Reference Manual of Anthropometry in Ergonomic Designing)、生命工業技術研究所編、人間生活工学研究センター、1994 年

安全制御特論	授業形態	講義
Advanced Course of Safety-related Control Systems	単位数	2 単位

【担当教員】 蓬原　弘一（ Kouichi FUTSUHARA ）

【教員室又は連絡先】 機械建設 1 号棟 515 号室

【授業目的及び達成目標】

安全関連制御システム構築理論を扱う。現在国際的には安全性に関連してコンピュータ利用を含めて、センシングシステム、制御システム及び通信システムの標準化が急速に進みつつある。この標準化の最大の特徴は、システムの安全評価がシステムに潜在する危険源の分析とリスクアセスメントに基づく点にある。

講義ではソフトウェア及び通信形態を含めて、実用的かつ国際標準にそって制御システムのあり方、並びに解析手法を学習する。目標は安全上からシステムの構造評価が行えるようになることである。

【授業キーワード】 危険源分析、リスクアセスメント、機能的安全性、安全関連システム、安全管理

【授業内容及び授業方法】

教科書、OHP、実例などを用いて講義する。その他に課題テーマに対して各自レポートを提出していただく。

【授業項目】

1. 安全な機械の設計概説
制御システムを含めて安全な機械の設計方法を国際標準レベルで概説する。
2. 危険源分析
安全に係わる機械類の危険源例を種々の分野で示し、危険源同定の方法を示す。
3. リスクアセスメントの基礎
制御システムに関するリスクアセスメントで用いられる基礎的技法と技術的対処の方法について概説する。
4. 信頼性と安全性
信頼性の基礎的考え方とその安全工学への適用方法について学習する。
5. 安全性解析技法
安全性解析の基礎的手法として、FTA. , ETA, FMEA, HAZOP などを学ぶ。
6. ISO13849-1 に基づく安全システム
電気機械系及び圧力系、電気的ハードウェアによる制御システムの例を安全性能別に概説する。
7. IEC61508 に基づく安全システム
プロバマブル電子システムによる安全性確保の手順について概説する。

【教科書】 配布資料に基づく

【参考書】

「安全システム構築総覧」（安全技術応用研究会）
「国際化時代の機械システム安全技術」（日刊工業新聞社）
「ISO 機械安全・国際規格」（日刊工業新聞社）
BIA-Report 6/97e「 Categories for Safety-related Control System in Accordance with EN954-1」
その他国際安全規格

システム安全	授業形態	講義
Safety-related Systems	単位数	2 単位

【担当教員】 蓬原　弘一（ Kouichi FUTSUHARA ）

【教員室又は連絡先】 機械建設 1 号棟 515 号室

【授業目的及び達成目標】

人間機械システムにおいて安全性確保の基礎的論理構造を説明するとともに、システムの安全性評価の手法を学習する。具体的には、人間と機械可動部が共有する空間と機構部・制御システムを含めて全体システムの安全性確保機能を論理式を用いたモデル図で表現し、それに基づく安全性の評価手法及び安全に関わるシステムの構成理論を学習する。目標は安全確保のシステムを出来る限り論理式を用いて表すことである。

【授業キーワード】

論理関数、フォーマル・メソッド、フェールセーフ、ブロック・セクション・コントロール、リスクアセスメント、安全管理、システム安全

【授業内容及び授業方法】

教科書、OHP、実例などを用いて講義する。実用のシステムの中から沢山の演習問題を取り上げ議論し、論理的表現の訓練を行う。

【授業項目】

1. 安全性の論理的表現

システムの安全性を論理的に扱うための準備を行う。

2. ブロック・セクション・コントロール

人間と機械可動部、または機械可動部と機械可動部が衝突することなく作業を行うための基礎的論理構造を説明し、それを論理式を用いて示す。

3. シグナリングシステムと安全管理

安全確保システムの重要な構成方法の一つとしてシグナリングシステムを扱う。シグナリングシステムは情報伝達の順序に安全確保上で大小関係を伴う構造である。

4. 安全確保装置構成論

安全確保のための保護装置における機能を13通りの演算子を用いて表現する。演算子は非対称誤りの出力特性をもつ。事例は演習問題を含めて20通り以上とする。

5. リスクアセスメント概説

講義のまとめとして、リスクアセスメントの方法例を概説する。

【教科書】「システム安全（安全基礎工学）」蓬原　弘一、向殿　政男　共著

【参考書】

「安全システム構築総覧」（安全技術応用研究会）

「国際化時代の機械システム安全技術」（日刊工業新聞社）

「ISO 機械安全・国際規格」（日刊工業新聞社）

安全規制とマネジメント	授業形態	講義
Safety Requlations and Management	単位数	2 単位

【担当教員】 三上　喜貴（ Yoshiki MIKAMI ）

【教員室又は連絡先】 化学経営情報1号棟 308 室

【授業目的及び達成目標】

安全の確保に関わる国内外の関連諸制度、関連法規に関する体系的理解を得るとともに、これに対して安全確保をはかるためのマネージメント能力を養うことを目的とする。あわせて、技術の社会及び自然に及ぼす影響・効果に関する理解力や責任など、技術者として社会に対する責任を自覚する能力（技術者論理）を涵養する。

【授業キーワード】

自己責任モデルと法令主導モデル、第三者検査、保険事業の意義、事業者責任、社会的責任経営（CSR）、保安四法（消防法、高圧ガス保安法、石油コンビナート法、労働安全衛生法）、製品安全四法（消費生活用製品安全法、電気用品安全法、ガス事業法、LPG 法）、製造物責任法（PL）、表示制度、事故調査、事故データベースの活用、WTO、TBT、ISO、EU のニューアプローチ、マネジメント規格（ISO9000、14000）、学協会の責任、技術者論理

【授業内容及び授業方法】 WEB ベースの遠隔授業で行う。

【授業項目】

1. はじめに
第1部：技術革新とリスク
2. リスク管理の原型（大航海時代、産業革命、電気、日本の特殊性）
3. 拡大する事業者責任
第2部：日本の安全規制
4. ケース：工場事故
5. 保安四法等
6. ケース：製品事故
7. 製品安全四法と PL 法
第3部：国際化する「安全」
8. ケース：国際規格戦争
9. WTO、ISO/IEC、ILO
10. EU のニューアプローチ
第4部：講義のまとめ
11. 安全マネージメントと社会
12. 技術者論理

【教科書】

WEB 講義で使用するスライドを講義資料集として事前に配布する。

三上のホームページ（http://kjs.nagaokaut.ac.jp/mikami/）からも閲覧できる。

【参考書】

「国際化時代の機械システム安全技術」（日刊工業新聞社）
「開国迫る！ 日本の機械安全」（日本損害保険協会）
「ISO 安全・品質・環境早わかり」ISO/OHS 研究会（日本規格協会）

機械安全に関する騒音・振動特論	授業形態	講義
Advanced Course of Safety-related Control System	単位数	2 単位

【担当教員】 矢鍋　重夫(Shigeo YANABE)，太田　浩之(Hiroyuki OHTA)，伊藤　博幸(Hiroyuki ITHO)

【教員室又は連絡先】 機械建設1号棟 302 室(矢鍋)，機械建設1号棟 506 室(太田)，非常勤講師(伊藤)

【授業目的及び達成目標】

機械の騒音・振動の実情を知り、特に安全工学の立場から騒音・振動の許容限界および騒音・振動防止の必要性を理解する。また、機械騒音・振動の測定方法を知り、騒音・振動の低減法についての基本的な知識を得る。さらに、騒音・振動に関する規格を知る。

【授業キーワード】

騒音、聴覚、聴器、聴感曲線、防音保護具、総音計、騒音レベル、消音器、吸音、遮音、騒音規格、振動、衝撃、固有振動数、減衰比、加振力、衝撃力、共振、振動計、防振、振動公害、振動・衝撃規格

【授業内容及び授業方法】 講義を中心とし、時に宿題を課す。

【授業項目】

Ⅰ　騒音

1. 騒音概論

2. 機械に関する騒音(機械騒音の実情、自動車の騒音、電気機械の騒音、機械要素の騒音)

3. 聴覚(聴器、聴感曲線、聴力に対する影響と許容限界、防音保護具)

4. 騒音の測定法(騒音計、騒音レベルの測定方法、騒音の評価)

5. 騒音の防止法(騒音対策の技術とその選定、音源側に加えるべき防音の技術、消音器および吸音　ダクト、吸音による減音、壁の遮音)

6. 騒音に関する規格

Ⅱ　振動

1. 機械振動・衝撃概論(固有振動数、減衰比、加振力、衝撃力、共振)

2. 機械の振動と破損(回転機械における実例)

3. 機械振動が人体に及ぼす影響(車両の乗り心地、振動公害、振動感覚、超低周波振動)

4. 機械振動・衝撃測定法(各種振動計の測定原理、測定方法、適用範囲)

5. 機械振動・衝撃に関する規格

【教科書】

「作業環境における騒音の管理」労働省労働衛生課編、中央労働災害防止協会(1997)

配布プリント

【参考書】

「振動工学ハンドブック」代表編集者　谷口 修　　養賢堂(1976)

燃焼火災安全特論	授業形態	講義
Fire and Combustion Safety	単位数	2 単位

【担当教員】 鈴木　正太郎(Masataro SUSUKI)，鈴木　健(Takeshi SUZUKI)，
諸星　征夫(Yukuo MOROHOSHI)

【教員室又は連絡先】 機械建設1号棟 604 室(鈴木　正太郎)

【授業目的及び達成目標】

燃焼現象が関与する火災や爆発といった災害に関して、予防対策や発生時の対処を適切に行うためには、安全工学的な手法だけでなく、これからの災害に深く関与している燃焼現象の基礎知識を学ぶことが不可欠である。本講義では、燃焼現象の基礎知識を学び、燃焼に関する安全工学の理解を深めることを目標とする。

【授業キーワード】 燃焼、火災、爆発、安全工学、火炎、化学反応、着火、消炎

【授業内容及び授業方法】 講義を中心とし、時に宿題を課す。

火災や爆発に関わる燃焼現象の基礎知識を学び、それらの災害に対する予防策や発生時の対処法に関する理解を深める。また、安全に燃焼を制御するための手法を、いくつかの実例を通じて学ぶ。授業では、資料を配布し、板書・プロジェクタを使用して講義を進める。

【授業項目】

1. 燃焼現象の基礎(燃焼概論)
  1.1 燃料の種類、性質、由来、用途
  1.2 基礎(用語の定義、気体燃料・液体燃料・固体燃料の燃焼の概説、化学反応)
  1.3 気体燃料の燃焼(燃焼形態の分類、層流予混合火災、層流拡散火災、燃焼生成気体の毒性)
  1.4 液体燃料の燃焼(燃焼の分類、タンク火災)
  1.5 固体燃料の燃焼(燃焼の分類、単一粒子の燃焼過程、固体表面の燃え広がり過程)
  1.6 着火(理論、着火に関する性質とその測定法、自然発火)
  1.7 消化(化学反応の抑制、失熱)
2. 燃焼と機械安全
  2.1 燃焼安全(暴発を防ぎ、燃焼を安全に行うための考え方:安全の基本)
  2.2 燃焼シーケンス(燃焼装置での安全な燃焼を行うためのシーケンス制御)
  2.3 燃焼安全制御器(自然燃焼安全制御器の構成、機能とブール代数による表現)
  2.4 機械安全との関連(ISO51, ISO12100, 機械の包括的な安全基準に関する指針との関係)
  2.5 機能安全との関連(故障率と不信頼度、IEC60508 の考え方との関係)
3. 燃焼の安全制御
  3.1 燃焼安全制御(爆発防止のためのシーケンス制御:爆発限界下限値以下での点火、再点火をバーナ、燃焼室との関係で行う安全方策)
  3.2 シーケンス制御とその時間(シーケンスの各工程の時間の決定理論、爆発限界値とルシャトリエの法則)
  3.3 燃焼安全制御器の機能(起動時の自己診断、断火時の燃焼停止等の安全方策とその安全回路の構造のブール代数表現)
  3.4 火炎検出器の原理と適用(火炎の光、イオン検出などの高信頼火炎検出原理)
  3.5 燃焼安全制御器の安全レベルの評価方法(FMEA・FTA 分析、信頼性理論による安全性の評価、機能安全での SIL<Safety integrity level>、フェールセーフ性)
  3.6 燃焼安全関連規格(国内外の規格の動向)

【教科書】 特に無し

7. 参考文献

[1] 「平成 16 年度安全工学に関する人材育成プログラムの作成とそのあり方に関する調査研究報告書」, 2005 年 3 月,(社)日本機械工業連合会・(株)三菱総合研究所

[2] 東京大学先端科学技術研究センターHP, (http://www.anzenansin.org/index.htm)

[3] 横浜国立大学 安心・安全の科学研究教育センターHP, (http://www.anshin.ynu.ac.jp/center/home/index.htm)

[4] 筑波大学大学院リスク工学専攻HP, (http://www.risk.tsukuba.ac.jp/)

[5] 長岡技術科学大学専門職大学院 HP, (http://mcweb.nagaokaut.ac.jp/system-safety/)

[6] 東京農工大学大学院 HP, (http://www.tuat.ac.jp/~rmmot/about/index.html)

[7] 千葉科学大学危機管理学部 HP, (http://www.cis.ac.jp/introduction/tokusyoku/kikikanri/index.html)

[8] 安全専門家のキャリアガイド(Career Guide to the Safety Profession), (http://www.asse.org/careerguide-contents.html)

[9] Certified Safety Professional, Board of Certified Safety Professionals, http://www.bcsp.org/bcsp/images/stories/pdf/exam_guide/exam_guide.pdf

[10] Safety and Health for Engineers, Wiley, Roger L. Brauer

[11] System Safety and Risk Management Guide for Engineering Educators , http://www.sverdrup.com/safety/riskmgt/riskmgt.shtml

[12] The CASS Assessor Guide, http://www.cass.yk.net/

[13] The IEE/BCS Competency And Commitment Guideline, http://www.cass.yk.net/

[14] Safety,Competency and Commitment,Competency Guidelines for Sagety-Related System Practitioners,1999,The Institution of Electrical Engineers

[15] ドイツでの安全教育, Schmersal Information,No.5-16/2005.05/Ni-Ka, URL:http://www.elanjp.com

[16] 長岡技術科学大学 機械創造工学専攻, 機械安全工学(社会人キャリアアップコース) http://mcweb.nagaokaut.ac.jp/safety/pdf/topi_JMS_20040623.pdf

お わ り に

これまで、我が国の機械産業界は、機能と品質の高さ、及び優れた生産能力で世界のトップレベルを維持してきた。しかし、近年、アジア各国の生産技術水準が向上したことや、国際市場で求められる安全性は、グローバルスタンダードに基づき要求されるようになってきていることなどから、今まで以上に厳しい国際競争の場に直面しているのが現状である。

本調査において、欧米における安全専門家育成が体系的に整備されつつあり、また社会的地位を確立している状況が伺えた。翻って、日本における安全工学に関する人材育成の動きは各所に見られるものの、安全教育の体系化という意味では、立ち後れていると言わざるを得ない。

これからのグローバルな技術開発競争の中で、我が国が勝ち残ってゆくためには技術力についても高いレベルを維持し、世界をリードする技術大国を目指してゆく必要がある。加えて、技術革新に包含されている新しいリスクについても、常に警鐘を鳴らす役割を担うことも求められる。この状況下で、安全専門家の育成及びそのための教育体系の整備は急務であることは言を待たない。

本調査では、安全教育のカリキュラムを作成するとともに、安全専門家の育成を推進するための方策について、議論を行い、提言としてまとめた。

今回の調査が、日本における機械安全レベルの向上に、多少なりとも貢献することができれば幸いである。

この事業は、競輪の補助金を受けて実施したものです。

非 売 品
禁無断転載

平成 17 年度
安全工学に関する人材育成プログラムの
作成とそのあり方に関する調査研究報告書

発 行　平成 18 年 3 月
発行者　社団法人　日本機械工業連合会
〒105-0011
東京都港区芝公園三丁目 5 番 8 号
電話 ： 03-3434-5384

株式会社　三菱総合研究所
〒100-8141
東京都千代田区大手町二丁目 3 番 6 号
電話 ： 03-3277-0741